

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф. Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»

ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Тема: «Екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері
сталого споживання»**

Виконавець: студент групи ЕК-201м Гриценко Олег Андрійович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.б.н., доцент кафедри екології Падун Алла Олексіївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»:

_____ (підпис)

Кажан К. І.
(П.І.Б.)

Нормоконтролер:

_____ (підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Напрямок (спеціальність, спеціалізація): 101«Екологія», ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Фролов В.Ф.

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Гриценко Олег Андрійович

1. Тема роботи «Екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання» затверджена наказом ректора від «11» жовтня 2019 р. № 2364/ст.
2. Термін виконання роботи: з 14 жовтня 2019 р. по 3 лютого 2020 р.
3. Вихідні дані роботи: літературні джерела, матеріали отримані під час проходження екологічної, науково-дослідної та переддипломної практик, аналіз літературних даних та законодавчих документів.
4. Зміст пояснювальної записки: вступ, загальна характеристика електромагнітного поля, вплив електромагнітного поля на здоров'я людини, захист від негативного впливу електромагнітного випромінювання, висновки.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Складання літературного огляду по темі	14.10.2019-26.10.2019	
2	Опрацювання закордонних та вітчизняних літературних джерел	27.10.2019-15.11.2019	
3	Опрацювання інформації (групування, зведення у таблиці, побудова схем, графіків)	16.11.2019-16.12.2019	
4	Передзахист дипломної роботи (I етап)	17.12.2019	
5	Аналіз актуальності дипломної роботи	18.12.2019-31.12.2019	
6	Обробка і оформлення вихідних матеріалів дипломної роботи	02.01.2020-15.01.2020	
7	Формування висновків і рекомендацій	16.01.2020-20.01.2020	
8	Оформлення дипломної роботи згідно вимог діючих стандартів	21.01.2020-31.01.2020	
9	Передзахист дипломної роботи (II етап)	23.01.2020	
10	Захист дипломної роботи	03.02.2020	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доцент Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: «___» _____ 20__ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____ Падун А.О.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання»: 100 с., 9 рис., 11 табл., 61 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: здоров'я людини.

Предмет дослідження – вплив «електромагнітного смогу» на здоров'я людини в сфері сталого споживання.

Мета роботи – визначити основні форми і види впливу «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання на організм людини.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури та узагальнення науково-теоретичних і експериментальних даних.

В дипломній роботі з'ясовано особливості формування внутрішнього та зовнішнього «електромагнітного смогу» та визначено механізм біологічної дії електромагнітного поля на організм людини в процесі сталого споживання.

**ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ,
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ СМОГ, ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ, СТАЛЕ СПОЖИВАННЯ.**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ПРИРОДА ТА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	13
1.1. Фізичні характеристики та особливості електромагнітного випромінювання.....	15
1.2. Природні і техногенні джерела електромагнітного випромінювання	20
1.3. Електромагнітний смог.....	31
1.4. Висновки до розділу	34
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	36
2.1. Вплив електромагнітного магнітного поля на здоров'я людини.....	38
2.2. Сучасний стан електромагнітного забруднення урбанізованих територій.	48
2.3. Висновки до розділу	51
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	55
3.1. Джерела електромагнітного смогу в сфері сталого споживання	55
3.2. Екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання	63
3.3. Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання в Україні.....	67
3.4. Дослідження внутрішнього «електромагнітного смогу» в житловому приміщенні.....	72
3.4.1. Вимірювання електромагнітного поля в житловому приміщенні	72
3.4.2. Засоби та заходи зниження впливу «електромагнітного смогу» в процесі сталого споживання.	78
3.5. Висновки до розділу	82
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	86

4.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів	86
4.2. Розрахунок коефіцієнтів поглинання екрануючих матеріалів.....	87
4.3. Порівняльна оцінка екрануючих характеристик основних екрануючих матеріалів.....	92
ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ...	97

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ЕМВ – електромагнітне випромінювання;

ЕМП – електромагнітне поле

ІЧ – інфрачервоне випромінювання

УФ – ультрафіолетове випромінювання

НЧ – низькі частоти

СЧ – середні частоти

ВЧ – високі частоти

ДВЧ – дуже високі частоти

УВЧ – ультрависокі частоти

НВЧ – надвисокі частоти

КВ – коротке випромінювання

УКХ – ультракороткохвильовий

УКВ – ультракоротке випромінювання

ЛЕП – лінії електропередач

ККД – коефіцієнт корисної дії

ВДТ – відеодисплейні термінали

ГМП – геомагнітне поле

ДНК – дизоксорибонуклеїнова кислота

РНК – рибонуклеїнова кислота

РТО – радіотехнічні об'єкти

ГДР – гранично допустимі рівні

ЕЕ – енергетична експозиція

ІПД – імпульс потужності джерела

КСД – коефіцієнт спрямованої дії

ЩПЕ – щільність потоку енергії

ПК – персональний комп'ютер

ВСТУП

Використання в промисловості та побуті систем, що пов'язаних з генеруванням, передаючою та використанням енергії електромагнітних коливань спричиняють виникнення в оточуючому середовищі електромагнітного поля яке має певну силу і розповсюджується у вигляді електромагнітних хвиль. В зоні дії електромагнітного поля живі організми, в тому числі і людина, потрапляють під термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію. Однією з найважливіших критерій безпеки перебування людини в такому полі є напруженість цього поля. Зокрема, на робочому місці, з восьмигодинним робочим днем, граничним допустимим рівнем напруженість не повинна перевищувати 8 кА/м.

Під час використання побутових прилади, що використовують електричний струм з частотою 50 Гц і напругою 220 В, електромагнітне поле що ними продукується, є хвороботворним чинником. Його слід розглядати на різних рівнях, таких як клінічний, матеріальний і звісно на експериментальних випадках.

Негативний вплив широкого діапазону, що продукується фоновим електромагнітним забруднення, забруднення від електроприладів, а також випромінення від потужних та великих підприємств, фабрики та заводів, і до високовольтних ліній електропостачання, можна класифікувати як радіохвильову хворобу. Її форми, швидкість, а також важкість перебіг залежить від багатьох факторів, основними з яких є саме напруженості ЕМП, фізичні особливості частот, тривалість впливу, умов навколишнього природного середовища, а також загального стану організму, що потрапляє в дію ЕМП, та його здатності пристосовуватися до різких змін. Поряд з радіохвильовою хворобою підвищуються ризики виникнення захворювань органів дихальних систем, систем травлення, зору та нервової системи.

Під час випромінення надвисокої частоти при інтенсивності електромагнітного поля від 20 мкВт/см^2 спостерігаються уповільнення серцебиття з фоновими зниження артеріального тиску, а в окремих, індивідуальних випадках

може підвищення температури шкіри на 1-2 градуси. При інтенсивності 6мВт/см^2 можуть спостерігатися проблеми зі статевими органами, органами зором, здатністю крові до сідельною, незначні руйнування клітин печінки, а також часткові зміни у корі головного мозку. В той же час, вже при інтенсивності 100мВт/см^2 може виникати катаракта, гіпотонія, порушення роботи органів травлення, незворотні зміни в кровоносній системі, часткова, а інколи і повна, втрата зору.

Але в той же час, сьогодні і досі є відкритим питання про негативний вплив електромагнітного випромінення, не надвисокої чистоти, на здоров'я людини та активність її життєдіяльності та роботу усіх органів та систем. Ще в кінці минулого століття Всесвітньою організацією охорони здоров'я був запроваджений термін «глобальне електромагнітне забруднення довкілля» і винесено цю проблему як одну з найбільш пріоритетних проблем майбутніх поколінь, оскільки приблизно, кожні п'ять років електромагнітне забруднення навколишнього середовища, а звідси і вплив на живі організми та організм людини, збільшується в 5-7 разів, а рівень електромагнітного фону Землі вже перевищує її природній рівень у 200000 разів і продовжує зрости в геометричній прогресії навіть швидше ніж це прогнозували вчені.

За тривалої та необмеженою дії електромагнітних полів різних діапазонів помірної інтенсивності на організм дорослої людини виникають функціональні розлади та збої центральної нервової системи, поступово змінюються ендокринно-обмінні процеси і відсоткове співвідношення формених елементів крові. У зв'язку з цим у більшості людей можуть спостерігатися систематичні сильні головні болі, різкі перепади тиску, нервово-психічні розлади та депресії, швидка втомлюваність та тривалий час що потрібен на відновлення сил, облісіння, ламкість нігтів та крихкість зубів, а також зниження індексу маси тіла. З підвищення частоти електромагнітних полів і тривалості перебування в них їх вплив посилюється. Хвилі міліметрового діапазону поглинаються тільки верхнім шаром епітелію шкіри і діють на їх рецептори, в той час, як а сантиметрові та дециметрові хвилі можуть проникати у глибину тіла і безпосередньо впливають на структури тканин, органів та системи органів.

Актуальність теми – Полягає в тому, що електромагнітні поля (ЕМП) є постійно зростаючим негативним фактором міського середовища, що створюються різними пристроями, що генерують, передають і використовують електричну енергію. Електромагнітне забруднення середовища населених місць стало таким суттєвим, що ВООЗ включила цю проблему в число найбільш важливих для нормального існування людини.

В даний час є величезна кількість найрізноманітніших джерел полів, які знаходяться поза житлових і громадських будівель (лінії електропередачі, станції супутникового зв'язку, радіорелейні установки, телепередаючі центри, відкриті розподільні пристрої, електротранспорт тощо), так і всередині приміщень (комп'ютери, стільникові і бездротові телефони, пейджери, побутові мікрохвильові печі та ін).

Потужними джерелами високочастотних електромагнітних полів є телерадіопередаючі ретранслятори, які розташовуються зазвичай в центрі великих міст, поруч з житловою забудовою.

Розглядаючи ЕМП як важливий фактор навколишнього середовища, необхідно відзначити, що в електромагнітному полі виділяють дві складові - електричну і магнітну.

Розповсюджується в просторі ЕМП умовно ділять на дві зони: зону індукції (знаходиться поблизу антенних пристроїв) і хвильову зону (дальню), що лежить за межами антенного поля. Тому в умовах населених місць люди найчастіше можуть піддаватися опроміненню в хвильовій зоні електромагнітного випромінювання.

Організм людини, що знаходиться в електромагнітному полі, що поглинає енергію, в тканинах виникають високочастотні струми з утворенням теплового ефекту. Біологічна дія електромагнітного випромінювання залежить від довжини хвилі, напруженості поля (або щільності потоку енергії), тривалості і режиму впливу (постійний, імпульсний). Чим вище потужність поля, коротше довжина хвилі і довший час опромінення, тим сильніший негативний вплив ЕМП на організм. При впливі на людину електромагнітного поля малої інтенсивності виникають порушення електрофізіологічних процесів у центральній нервовій і серцево-судинній системах, функцій щитовидної залози, системи "гіпофіз - кора

наднирників", генеративної функції організму.

Мета роботи – визначити основні форми і види впливу «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання на організм людини. Об'єкт дослідження: здоров'я людини.

Завдання роботи:

1. З'ясувати особливості походження «електромагнітного смогу» в сучасному урбанізованому середовищі.
2. Охарактеризувати наслідки негативного впливу ЕМВ на здоров'я людини.
3. Створення еколого-географічної карти, та дослідження адаптаційної реакції жителів урбанізованих територій в умовах електромагнітного навантаження в житловому приміщенні.

Об'єкт – здоров'я людини.

Предмет дослідження – вплив «електромагнітного смогу» на здоров'я людини в сфері сталого споживання.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури та узагальнення науково-теоретичних і експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів.

З'ясовано особливості формування внутрішнього та зовнішнього «електромагнітного смогу» та визначено механізм біологічної дії електромагнітного поля на організм людини в процесі сталого споживання. Показано екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання. Проведено експериментальні дослідження інтенсивності випромінювання спричиненого електромагнітним полями радіочастотного діапазону в житловому приміщенні та створено карти-моделі.

Апробація отриманих результатів. Результати дипломної роботи доповідалися на:

- VII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Техногенно-екологічна безпека України» (м. Ірпінь, 13-20 листопада 2017 р.).
- XII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Екологічна безпека держави» (м. Київ, 19 квітня 2018 р.);

– Всеукраїнський науково-практичний конференція молодих вчених і здобувачів вищої освіти «Актуальні проблеми соціально-гуманітарних і природничих наук в контексті сучасних глобальних викликів», (Кам'янець-Подільський, 07–08

– VIII Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція [«Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку»], (Ірпінь, 12-20 листопада 2018 р.).

– XIII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів [«Екологічна безпека держави»], (Київ, 18 квітня 2019 р.).

Публікації.

- Гриценко О.А. Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я людини/ Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Ірпінь, 13-20 листопада 2017.: - Університет ДФС України, - Ірпінь, 2017. – с.138-140

- Гриценко О.А. «Електромагнітний смог» та життєдіяльність людини: зб. тез доп. XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів присвяченої пам'яті професора Я.І.Мовчана [«Екологічна безпека держави»], (19 квітня 2018 р.) / Національний авіаційний університет. – Київ: НАУ, 2018. – с. 142-143.

- Гриценко О. «Електромагнітний комфорт» життєдіяльності сучасної людини: зб. тез учасників всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і здобувачів вищої освіти [«Актуальні проблеми соціально-гуманітарних і природничих наук в контексті сучасних глобальних викликів», (07–08 червня 2018 року) / Подільський державний аграрно-технічний університет.. – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2018. – с. 353-355.

- Гриценко О.А. Сучасні способи забезпечення «електромагнітного комфорту» людини / Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Ірпінь, 12-20 листопада 2018 р. – Національний університет ДФС України, - Ірпінь, 2018. – с.203-206.

- Гриценко О.А. Гіперчутливість до електромагнітного забруднення як складова індивідуального рівня здоров'я сучасної людини: зб. тез доп. 13-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів, (з міжнародною участю) [«Екологічна безпека держави»], (18 квітня 2019 р.) / Національний авіаційний університет. – Київ: НАУ, 2019. – с.90-91.

РОЗДІЛ 1

ПРИРОДА ТА ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

У сучасних умовах зростає значення захисту електромагнітного випромінювання (ЕМВ). Неминучість його впливу на населення та навколишнє природне середовище є даниною сучасного технологічного прогресу. Це пов'язано не тільки зі зростаючою кількістю джерел ЕМВ, але і сферою їх використання.

Простір сучасних населених територій пронизаний електромагнітним випромінюванням різного діапазону, викликаним роботою технічних засобів та пристроїв. Концентрація електромагнетизму в навколишньому середовищі постійно зростає, перетворюючись на своєрідне електромагнітне забруднення. В останні роки забруднення електромагнітним випромінюванням зросло більш ніж у десятки тисяч разів, досягши глобального характеру та перевищивши значення хімічних та радіаційних факторів. Численні експериментальні дані свідчать про високу біологічну активність електромагнітного випромінювання у всіх діапазонах частот. Він набагато вищий за природний рівень, встановлений у процесі розвитку біосистем і завдяки впливу природного випромінювання.

Усі діапазони техногенного випромінювання, спричинені людиною, мають інтенсивний вплив на її здоров'я та стан навколишнього середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть виникати протягом тривалого періоду часу і негативно впливати на імунну та генетичну стійкість

наступних поколінь.

Магнітна складова електромагнітного випромінювання становить високу ступінь небезпеки для здоров'я людини. Проблема біологічної дії електромагнітних полів стає однією найважливішою сферою діяльності міжнародних організацій та державних органів. Всесвітня Організація Охорони Здоров'я (ВООЗ) включила проблему впливу електромагнітного випромінювання на живу природу до списку пріоритетів ввівши термін "глобальне електромагнітне забруднення", завдяки постійному зростанню рівня радіофона.

В Україні головним критерієм санітарно-епідеміологічної нормалізації впливу поля є положення, яке регламентує рівень безпеки людини від впливу електромагнітного поля такої напруженості, в якому не проявляються навіть тимчасові порушення функціонування органів.

На жаль, погіршення екологічної ситуації електромагнітного фактора, що спостерігається в даний час, має бути пов'язане, насамперед, з переважанням відомчих, чисто комерційних та споживчих підходів до використання ЕМВ, слабкої матеріально-технічної бази екологічного електромагнітного моніторингу та слабкий моніторинг навколишнього середовища. Висвітлення питань електромагнітної екології в університетах, навчальній літературі тощо.

У зв'язку з цим вирішення проблеми електромагнітного забруднення є складним завданням, яке зачіпає соціальні, економічні та навіть політичні інтереси різних відомств і промислових корпорацій, вимагає координації науково-дослідних робіт та проектів. Ключовим для концепції екологічної безпеки від негативного впливу ЕМВ є встановлення гранично допустимих нормативних значень.

Метою дипломної роботи є вивчення ролі електромагнітного забруднення у створенні екологічних небезпек у навколишньому середовищі, генерації негативних факторів, які впливають на стан його живих організмів та здоров'я людини. У представлений роботі досліджено характер, особливості та джерела електромагнітного випромінювання, основні механізми впливу електромагнітного випромінювання на здоров'я людини та навколишнє середовище, досліджено сучасний стан електромагнітного забруднення міських територій, питання правового регулювання навколишнього середовища. Значна увага приділяється

характерним проблемам та перспективам забезпечення умов екологічної безпеки в сфері сталого споживання та при роботі з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання.

1.1. Фізичні характеристики та особливості електромагнітного випромінювання

Електромагнітні випромінювання, в загальному випадку, представляють собою одну з особливих форм матерії, яка характеризується спільними характеристиками електричних і магнітних властивостей та полів. Будь-яка система, прилад або обладнання, які виробляють, розподіляють та споживає електроенергію, створюють електромагнітне випромінювання, яке створює всередині джерела і навколо нього електромагнітного поля (ЕМП).

ЕМП являє собою поєднання електричного і магнітного поля. При цьому електричне поле, що постійно змінюється у часі (створюється електричними зарядами) створюючи в свою чергу магнітне поле (яке утворюється при русі електричних зарядів по провіднику), яке вже при своїй трансформації, в свою чергу, створює вихрове електричне поле. Ці складові - електричне та магнітне поле - при постійній дії провокують взаємне збурення, в процесі якого і відбувається збільшення швидкості руху частинок.

Таким чином, ЕМВ являють собою розповсюджене в просторі зміну стану електромагнітного поля. [1].

Формування ЕМП залежить від відстані до джерела та проходить через дві стадії. У першому випадку ЕМП знаходиться в зоні індукції і володіє статичними властивостями, магнітна складова менша за електричну. Саме тому ЕМП оцінюється по електричній складовій напруженості поля E (В/м). Подальше формування ЕМП зі збільшенням швидкості заряджених частинок (інтенсивності) переходить в зону електромагнітної хвилі, саме в якій і формується випромінювання. Тут і виражаються обидві його складові - електрична і магнітна. В цій зоні дії ЕМП оцінюється поверхневою щільністю потоку енергії - $Вт/м^2$ ($1Вт/м^2 = 0,1мВт/см^2 = 100мкВт / см^2$).

Крім, вище зазначених, напруженості та щільності потоку ЕМП як фізична

величина має наступні властивості [1]:

- індукцією магнітного поля - B , характеризується дією магнітного поля на рухомий заряд. Одиницею вимірювання 1 Тесла (Тл);
- напруженістю магнітного поля - H . Одиниця напруженості магнітного поля 1 ерстед (Е) або ампер на метр (А/м) - $(1 \text{ Е} = 1000 / (4\pi) \text{ А/м} \approx 79,5775 \text{ А/м}, 1 \text{ А/м} = 4\pi / 1000 \text{ Е} \approx 0,01256637 \text{ Е})$.

Якщо розглядати електромагнітного випромінювання як хвилю, то її основними параметрами будуть довжина хвилі λ , (м); частота коливання f , (Гц) (рис. 1.1), поляризація.

Довжина хвилі прямо пропорційно пов'язана через групову швидкість поширення випромінювання з частотою. Така швидкість розповсюдження електромагнітного випромінювання у вакуумі дорівнює швидкості світла і складає $3 \cdot 10^{10}$ м/с, в той же час в інших середовищах, за рахунок наявності аерозолів, пилу, та завислих часточок в повітрі, ця швидкість значно менша. [1].

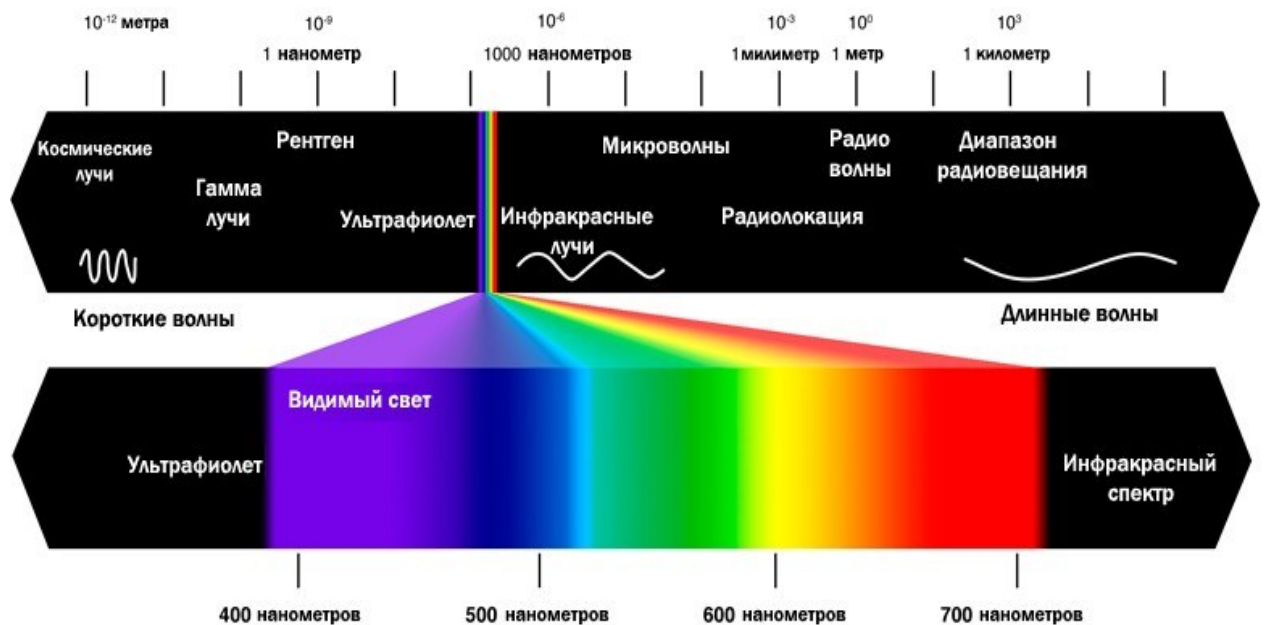


Рис. 1.1. – Амплітудно-частотний діапазон

Існує безліч різноманітних теорій, які розрізняються лише частково в деяких деталях чи ступенях подібності, що дає змогу зробити модель і детально дослідити

властивості та прояви ЕМВ. Однією з фундаментальних, найбільш завершеною і перевіреною часом теорій є квантова електродинаміка теорія.

Але вона не є всеосяжною і тому, наприклад, для низькочастотного електромагнітного випромінювання зазвичай використовують, класичну електродинаміку, що базується на чотирьох рівняннях Максвелла – закон Ампера, закон Фарадея, теорія Гауса, рівняння Пуассона.

Для оптичного випромінювання, включаючи рентгенівський діапазон, застосовують хвильову, квантову та геометричну оптику.

Також електромагнітне випромінювання має значну роль для таких фундаментальних і прикладних областей науки, як астрофізика, окремі розділи біохімії, області спектрального аналізу та в той чи іншій мірі в багатьох суміжних областях науки. [2].

В загальному вигляді, ЕМВ поділяють з частотним діапазоном (табл. 1.1). В такій градації відсутні чіткі переходи, вони можуть частково перекривати один-одного, тож і кордони між діапазонами досить умовні.

Таблиця 1.1

Частотні діапазони електромагнітного випромінювання

Назва діапазона		Довжина хвиль, λ	Частоти, ν	Джерела
Радіохвилі	Наддовгі	більше 10 км	менше 30 кГц	Атмосферні та магнітосферні явища. Радіозв'язок
	Довгі	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Середні	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткі	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракороткі	10 м — 1 мм	30 МГц — 300 ГГц	
Інфрачервоне випромінювання		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц	Випромінювання молекул і атомів при теплових і електричних впливах
Видиме (оптичне) випромінювання		780—380 нм	429 ТГц — 750 ТГц	
Ультрафіолетове		380 — 10 нм	$7,5 \cdot 10^{14}$ Гц — $3 \cdot 10^{16}$ Гц	Випромінювання атомів під впливом прискорених електронів

Рентгенівське	10 нм — 5 пм	$3 \cdot 10^{16}$ — $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Атомні процеси при впливі прискорених заряджених частинок
Гамма	менше 5 пм	більше $6 \cdot 10^{19}$ Гц	Ядерні і космічні процеси, радіоактивний розпад.

З (табл. 1.1), залежно від довжини хвилі виділяють наступні електромагнітні коливання (табл. 1.2) [1].

Ультракороткі радіохвилі умовно розділяють на метрові, дециметрові, сантиметрові, міліметрові і мікрометрові. Хвилі з довжиною $\lambda < 1$ м ($\nu > 300$ МГц) мають назву мікрохвилі або хвилі надвисоких частот (НВЧ) (табл. 1.2.).

Таблиця 1.2

Радіочастотний діапазон

Номер діапазона	Діапазон частот	Вид радіоволн	Вид радіочастот
3	0,3...3 кГц	гектокилометровые	інфранизькі частоти (ИНЧ)
4	3...30 кГц	мириаметровые	очень низькі частоти (ОНЧ)
5	30...300 кГц	километровые	низькі частоти (НЧ)
6	0,3...3 МГц	гектометровые	середні частоти (СЧ)
7	3...30 МГц	декаметровые	високі частоти (ВЧ)
8	30...300 МГц	метровые	очень високі частоти (ОВЧ)
9	0,3...3 ГГц	дециметровые	ультрависокі частоти (УВЧ)
10	3...30 ГГц	сантиметровые	сверхвисокі частоти (СВЧ)
11	30...300 ГГц	миллиметровые	крайні високі частоти (КВЧ)

Враховуючи великі довжини хвиль - λ , їх розповсюдження у просторі можна розглядати без урахування навколишнього природного середовища. Винятком можуть бути лише найкоротші радіохвилі, що знаходяться інфрачервоному спектрі.

Радіохвилі, довжиною від 1мм. і понад 10км, утворюються при проходженні змінного струму через провідник. В той же час, електромагнітна хвиля має зворотну дію, що під час проходження в просторі, створює в провіднику змінний струм. Ця унікальна властивість, найчастіше використовується в радіотехніці при проектуванні та конструюванні антен. Одними із прикладів радіохвиль у природі

можуть слугувати природні електромагнітні явища, такі як гроза, звичайна та шарова блискавка.

Інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання відносять до видимого спектру. Відокремлення цієї області зумовлено не тільки сумісності цих ділянок спектра, а і у схожому обладнанні, що використовується для її дослідження. В основному, вони були розроблені при вивченні видимого світла. Таким обладнанням для вивчення ділянок даного спектру можна вважати різноманітні лінзи, призми, дифракційні ґрати, інтерференційні прилади для дослідження спектрального складу випромінювання і інше. [2].

Оптичну та квантову область спектру порівнюють з власними частотами атомів і молекул, а їх довжини - з молекулярними розмірами і міжмолекулярними відстанями. Враховуючи це, в області даних спектрів вагомими стають явища, обумовлені навколишньою будовою речовини.

Найвідомішим людству із видимих джерелом оптичного випромінювання є Сонце. Температура його верхнього шару складає 6000 градусів за Кельвіном, що приблизно складає 6273 градусів Цельсія і випромінює яскраво-біле світло. Максимум його випромінювання розташоване в так званій «зеленій» області спектру з довжиною хвилі 550 нм.

ЕМВ в оптичному діапазоні утворюються в наслідок нагріванні тіл через хаотичний рух атомів і молекул всередині середовища. Чим вища температура нагрітого тіла, тим швидше рухаються в них атоми та молекули. При високому підвищенні температури тіло починає розкалюватися та світитися в видимому діапазоні. Від темно-червоного і до білого [3].

Оптичне випромінювання зазвичай можна спостерігати в хімічних і біологічних реакціях. Найвідомішою хімічною реакцією, є прояв старої фотоплівки. А біологічною реакцією є фотосинтез - реакція, що протікає в рослинах, внаслідок оптичної дії електромагнітного випромінювання Сонця.

До іонізуючого електромагнітного випромінювання відносять рентгенівське і гамма-випромінювання. Їх межі, також можуть бути визначені лише приблизно і не мають чіткої градації.

Прийнято вважати, що енергія рентгенівських квантів лежить в межах 20 еВ -

0,1 MeV, а енергія гамма-квантів - більше 0,1 MeV. У вузькому сенсі гамма-випромінювання випускається ядром, а рентгенівське - атомної електронною оболонкою при вибиванні електрона з низьколежачих орбіт, хоча ця класифікація непридатна до жорсткого випромінювання, що генерується без участі атомів і ядер. Яскравим прикладом такого випромінювання є синхротронне ілітормозне випромінювання [3].

В той же час в діапазонах рентгенівського і гамма-випромінювання на перший план виходять квантові властивості випромінювання. Рентгенівське випромінювання утворюється при гальмуванні швидких електронів та протонів, за рахунок процесів, що відбуваються всередині їх електронних оболонок [2].

В загальному розумінні, поширення електромагнітних хвиль у просторі, властивості електричного і магнітного полів, визначаючий тип хвиль, вид поляризації та інші їх фізичні особливості залежать від джерела випромінювання і властивостей середовища в якому і відбувається це випромінювання.

ЕМВ різної частоти взаємодіє з речовинами та матеріалами також по-різному. Процеси випромінювання і поглинання хвиль довжиною від 1мм. і більше можна описати за допомогою класичної електродинаміки та рівнянь чотирьох Максвела. Але в той же час, для хвиль оптичного діапазону та рентгенівського і гамма-випромінювання необхідно враховувати і їх квантову природу.

1.2. Природні і техногенні джерела електромагнітного випромінювання

Залежно від природи джерела ЕМВ розрізняють природні та техногенні.

До основних природних джерел ЕМВ відносяться:

- Радіовипромінювання Сонця та реліктове випромінювання галактик;
- Електричне і магнітне поля Землі;
- Атмосферна електрика [1].

Діапазон радіовипромінювання Сонця, а особливо галактик досить широкий і може коливатися від 10 МГц до 10 ГГц. Інтенсивність Сонця, а точніше його радіовипромінювання безпосередньо пов'язана з його активністю, та процесами що відбуваються на його поверхні.

Інтенсивність цих радіовипромінювань на пряму залежить від таких факторів

як зміна дня і ночі, що пов'язано з обертанням Землі навколо Сонця, зміна інтенсивності з періодичністю 27-28 днів, пов'язаною з обертанням самого джерела випромінювання, і, нарешті, з 11-річною періодичністю сонячної активності.

Земля також має власне природне магнітне поле, неоднорідне за своєю структурою і динамічними властивостями. За класифікацією Б.М.Яновського [1], геомагнітне поле є сумою декількох полів:

- поля, намагніченістю земної кулі;
- поля, що були створенні різною глибоких шарів земної кулі та материкового поля;
- поля, що були створенні різною намагніченістю верхніх шарів земного покриву;
- поля, джерело якого знаходиться поза Землею, зовнішнього поля;
- поля неземного походження, що були викликані процесами та явищами, що лежать поза Землею.
- Материкові, площа яких приблизно співпадає з континентами;
- Регіональні, площа в сотні або тисячі квадратних кілометрів;
- Локальні - виникають там, де наявні великі відклади магнітних порід.

Поєднання та накладання усіх магнітних полів одне на одне Землі утворює магнітосферу – велика, за висотою область навколоземного простору. Що за своїми фізичними властивості, формами та розмірами якими визначаються магнітне поле Землі взаємодіє з потоком заряджених частинок від Сонця. Магнітосфера простягається на 70-80 тис. км в напрямку до Сонця, в залежності від близькості до екватора.

Магнітне поле Землі за своєю формою нагадує поле диполя, центр якого не є геометричним її центром Землі і зміщений відносно нього. Середня величина магнітної індукції на поверхні землі становить $5 \cdot 10^{-5}$ Тл, а на екваторі через більшу товщу магнітного поля - $3,1 \cdot 10^{-5}$ Тл. В той же час напруженість магнітного поля спадає від полюсів і до екватору. Середня напруженість поля на поверхні Землі становить близько 0,5 Е. Але в районах магнітної аномалії, показник напруженість може різко зростати [3].

Геомагнітне поле Землі складається з двох полів - постійного і змінного.

Змінне геомагнітне поле постійно змінюється – це можуть бути спокійні або збурені варіації, різні амплітудні коливання та фази що змінюються протягом доби, місяця, року, десяти років.

Отже, магнітне поле нашої з вами планети постійно перебуває в змінному геомагнітному полі, складність процесу якого відображають різкі зміни безлічі фізичних та біологічних параметрів. Проте, питання про біологічну роль геомагнітного поля землі і досі викликає безліч розмов та дискусій.

Численні дослідження показали, що коливання в клітинах живих організмів геть не є випадковим, а досить навіть впорядковані. Порівняльний аналіз чітко показав наявність синхронності найрізноманітніших проявів життєдіяльності в біосфері при тривалій дії ЕМП на клітину, тканину та організм в цілому.

Такий вплив електромагнітного поля Землі можна пояснити через силові лінії сітки Хартмана, та сітки Кюрі, що являють собою ряди окремих паралельних вертикальних стін, що починаються на поверхні землі, і піднімаються на висоту ЕМП Землі [4,5]. На думку багатьох вчених, ці сітки поєднують між собою космічне випромінювання та магнітним полем Землі.

Постійне перебування живих організмів, в тому числі і людей, в місцях перетину силових ліній цих сіток, в так званих геопатогенних місцях, представляють велику небезпеку.

Крім, вже вище зазначених, сіток Хартмана і Кюрі до геопатогенних зон відносять тріщини в земній корі, численні глибокі розломи, а також підземні річки, що мають високі телуричні випромінювання, які негативно впливають на функціонування живих організмів.

Ще в Земній атмосфері існує електричне поле (ЕП), що знаходиться вертикальне направлення до землі, та має негативний заряд, в той час як верхні шари атмосфери - позитивний. Напруженість взаємодії цих полів залежить від таких факторів як географічної широта та довгота. Своїх максимальних значень вона набуває в середніх широтах, а до екватора і полюсів зменшується. Так само вона зменшується при збільшенні відстані від поверхні Землі біля 5 В/м на висоті 9 км.

Величина ЕП може змінюватися в залежності від часу доби, що носять як планетарний так і місцевий рівень, а також від пори року. Над різними за широтою

та довготою областях океанів та морів, а також в полярних та антарктичних областях добова зміна ЕП відбувається за універсальним часом і має назву унітарна варіація. Ця варіація на пряму пов'язана з грозами, звичайними та шаровими блискавками по всій Земній кулі, що також може зазнавати добові зміни[3].

ЕМП землі є невід'ємною складовою атмосферної електрики. В свою чергу з останньою пов'язане таке поняття як атмосферіки.

Атмосферіками називають електромагнітні поля, що утворюються в наслідок діяльності атмосферних розрядів. Їх діапазон надзвичайно широкий і складає від 100Гц. і до 100МГц. Їх інтенсивність набуває свого максимуму на частоті близько 10 кГц і зменшується в міру зростання частоти.

Найчастіше атмосферіків можна зустріти в континентальному тропічному поясі, у зв'язку з високою вологістю та високою активність Сонця. Також для них характерна добова і сезонна періодичність прояву.

Починаючи з винайдення першої електричної лампочки і по сьогодні в епоху науково-технічного прогресу людство створює все нові і нові прилади, пристрої та техніку, що все частіше стають антропогенними джерелами ЕМП. В 21 столітті біологічний вплив ЕМП антропогенного походження, що в тисяч, і а то і в сотні тисяч разів вже перевищує природний фон, стає небезпечним фактором, негативний вплив якого на рослини, живі організми та звісно людину і навколишнє природне середовище зростає кожного дня, кожної хвилини [6].

Техногенні джерела електромагнітного поля можна умовно розділити на такі групи:

- системи виробництва, що являють собою різноманітні електростанції, лінії електропостачання (ЛЕП), трансформатори і звісно побутові прилади, якими просто заповнені наші робочі місця та квартири.

- електротранспорт (0-3 кГц): електровози, електрички, метро, тролейбуси, трамваї та їх інфраструктура,

- Антени радіо- та телемовлення: станції низьких частот (30 - 300 кГц), середніх частот (0,3 - 3 МГц), високих частот (3 - 30 МГц) і надвисоких частот (30 - 300 МГц); телевізійні передавачі; базові станції систем мобільного та радіозв'язку, всі можливі станції космічних досліджень, а також військові радары та локаційні

системи.

Всі види телекомунікаційної діяльності та все їх устаткування, які є однією з причини насичення навколишнього природного середовища електромагнітними полями працюють в наступних діапазонах [7]:

- до 300 Гц (до 1000 км) - поля різного походження, енергетичні установки та прилади, високовольтні лінії електропередачі, різноманітні термінали, радіо та телевежі;
- 0,3 ... 3 кГц (1000 ... 100 км) – різноманітні радари, більшість медичного устаткування, електричні каміни та обігрівачі.
- 3 ... 30 кГц (100 ... 10 км) – засоби мобільного зв'язку, системи навігації, медичне устаткування.
- 30 ... 300 кГц (10 ... 1 км) - радіомовлення, радіонавігації, морський й авіаційний зв'язок, засоби зв'язку, радіолокація, медичне устаткування
- 0,3 ... 3 МГц (1 ... 0,1 км) - радіомовлення, зв'язок, радіонавігації, морська радіотелефонія, аматорський радіозв'язок, радіочастотні прилади, зварювальні апарати, виробництво напівпровідникових матеріалів, медичне устаткування;
- 3 ... 30 МГц (100 ... 10 м) - радіомовлення, аматорський радіозв'язок, глобальна зв'язок, магнітні резонансні збудники, діелектричний нагрів, сушка та склейка дерева, плазмові нагрівачі;
- 30 ... 300 МГц (10 ... 1 м) – частотно-модульоване радіомовлення, телевізійне мовлення, діелектричний нагрів, магнітні резонансні збудники, плазмовий нагрів;
- 0,3 ... 3 ГГц (100 ... 10 см) - радіорелейні лінії, радіолокація, радіонавігація, телевізійне мовлення, мікрохвильові печі, медичне устаткування, плазмовий нагрів, прискорювачі часток;
- 3 ... 30 ГГц (10 ... 1 см) - радіолокація, супутниковий зв'язок, метеорологічні радари, радіорелейні лінії, плазмовий нагрів, установки термоядерного синтезу;
- 30 ... 300 ГГц (10 ... 1 мм) - радіолокація, супутниковий зв'язок, радіорелейні лінії, радіонавігації.

На окремих видах техногенних джерел ЕМВ слід зупинитися більш детально.

Вузли високовольтних ліній електропередачі, як і самі дроти таких ліній, що перебувають в робочому стані та через них протікає електрика (ЛЕП) створюють навколо себе електричне та магнітне поля промислової частоти. Відстань, на яку можуть поширюватися ці поля від ЛЕП, досягає десятків метрів, а інколи і сотень в залежності від кількості дротів та відстані між ними.

Дальність розповсюдження ЕМП залежить від класу напруги ЛЕП наприклад, ЛЕП 220 кВ бо 380кВ. Можна спостерігати чітку закономірність, що зі збільшеннями напруги збільшується і зона підвищеного рівня ЕМП.

В той самий час, дальність розповсюдження магнітного поля залежить від величини струму, що протікає через лінії електропостачання. Оскільки навантаження ЛЕП є величиною неоднорідною і може змінюватися як протягом однієї години, так і зі зміною пори року, розміри зони підвищеного рівня магнітного поля постійно змінюються.

Для кожної ЛЕП обов'язково має бути розрахована санітарно-захисна зона, що на діючих лініях визначаються за критерієм напруженості електричного поля - 1 кВ / м [6].

В цей же час, до безпечного розміщення повітряних ліній ультрависоких напружень (750 і 1150 кВ) висуваються ряд жорстких додаткових вимог, що включають в себе мінімізацію негативного впливу електричного поля на здоров'я людини. Так, санітарно-захисна зона від осі проєктованих повітряних ліній електропередачі 750 і 1150 кВ до найближчого жилого будинку не менше 250 і 300 м відповідно.

Найбільш потужними, а звідси і найбільш небезпечними, з даної групи джерел електромагнітного випромінювання слід визнати НВЧ-печі, аерогрилі, холодильники з системою «no frost», кухонне обладнання, електроплити, телевізори, комп'ютери, ноутбуки, ЛЕД екрани та іонізатори повітря. Створеними ними ЕМП в залежності від року виробництва, країни, електроємності, конкретної моделі і режиму що був вибраний для роботи може сильно відрізнятися серед устаткування не лише одного типу, а і одного виробника.

Напевно, найбільш відомою, але в той же час і помилковою є інформація, що найбільше випромінювання комп'ютера та ноутбука походить від їх моніторів. Але

насправді, це далеко не так. Найбільше випромінювання йде з боку задньої або нижньої стінки від перетворювачів напруги, блоків управління, пристрої, що формують інформацію, матриці, плати та сотні метрів проводки що все це поєднує. Всі наведені дані відносяться до магнітного поля промислової частоти 50 Гц.

Значення магнітного поля напруги пов'язана з потужністю що потрібна для нормального функціонування приладу - чим ця напруженість більша, тим більше магнітне поле навколо побутового прилада при його роботі. Значення електричного поля промислової частоти майже у всіх приладів якими ми щоденно користуємося не перевищують 20-25 В/м на відстані 0,5м, а слід звернути увагу, що чим ближча відстань до джерела ЕП, тим вища і частота. Кожного дня збільшується кількість і різноманіття побутової техніки, що призводить до збільшення дози електромагнітних випромінювань, що отримує людина в своєму середовищі існування.

Наступну, просто величезну, групу техногенних джерел електромагнітного випромінювання складають функціональні передавачі – різноманітні радары, системи стільникового, сотового і супутникового зв'язку, радіомовні станції,[6,7].

Майже всі радіолокаційні системи працюють на частотах від 500 МГц до 15 ГГц, окрім військових радарів, що для шифрування використовують інші частоти. Продуктуємий цими системами електромагнітний сигнал абсолютно не схожий на всі інші джерела що створюють ЕМП. Це працює за рахунок того, що антени з плином часу змінюють своє положення у просторі, що призводить до просторового уривчастого опромінення. Таке періодичне уривчасте опромінення зумовлене циклічністю роботи радіолокатора на випромінювання. Час такого циклу виходячи з поставлених задач та режимів роботи може складати від кількох хвилин і до доби, а в окремих випадках навіть більше. Так, радіолокаторів, що налаштовані на отримання метеорологічних даних цикл складає годину. З яких 30 хв це випромінювання, а наступні 30 хв це пауза. Тож його сумарний час роботи на добу не перевищує 12 год, в той час як схожі за принципом роботи радіолокаційні станції, що знаходяться на території аеропортів великих міст зазвичай працюють 24 години, 7 днів на тиждень.

Опромінення від метеорологічних радарів можуть бути зафіксовані на відстані 1 м

і складати ЩПЕ $\sim 100 \text{ Вт/м}^2$ за кожен цикл опромінення. В той же час, радіолокаційні станції аеропортів створюють ЩПЕ $\sim 1250 \text{ Вт/м}^2$ теж на відстані в 1 м. Морське радіолокаційне обладнання, що встановлюється абсолютно на всіх кораблях, зазвичай має значно меншу потужність передавача за аеродромні радари, тому в штатному режимі роботи ЩПЕ, що створюється на відстані декількох метрів, не перевищує 10 Вт/м^2 .

Різке збільшення потужності і кількості таких радіолокаторів різноманітного призначення і використання чітко направлених антен кругового огляду призводить до значного забруднення ЕМВ ДВЧ-діапазону навколишнього природного середовища і створюють на місцевості великі області, протяжності в сотні, а іноді і в тисячі кілометрів, з високою щільністю потоку енергії. Найбільший негативний ефект такі радіолокаційні системи чинять на здоров'я людини в зоні роботи аеропорту в густозаселених містах. Як приклад, в Києві таким аеропортом може слугувати аеропорт Жуляни імені Сікорського. [7].

Наступною великою групою джерел ЕМП є системи сотового зв'язку, а саме базові станції (БС) і власне самі мобільні телефони. Базові станції постійно працюють і цілодобово підтримують радіозв'язок з мобільними телефонами, внаслідок чого БС і телефони є постійними джерелами електромагнітного випромінювання в УВЧ діапазоні, що протягом всього дня чинять на організм і здоров'я людини негативний вплив.

Однією з особливостей роботи системи сотового зв'язку є надзвичайно ефективне використання системи радіочастотного спектру, що полягає в одночасному багаторазовому використанні одних і тих же частот, застосовуючи при цьому різні методи доступу, що забезпечує чудову якість звуку і закритість каналу сотням абонентам одночасно. Це можливо за рахунок поділу всього сотового покриття на пені зони, або так звані "соти", розмірами від 1 км^2 до 10 км^2 .

Кожна така базова станція підтримує зв'язок лише в зоні своєї дії і працюють лише в двох режимах, а саме в режимі прийому і передачі сигналу. Залежно від стандарту, моделі, місця розташування, висоти, базові станції продукують електромагнітну енергію в частот від 450 до 2000 МГц. БС є одним із видів передавальних радіотехнічних об'єктів, потужність випромінювання яких протягом

доби постійно коливається. Завантаження залежить від кількості власників мобільних телефонів, що в даний момент використовують свій телефон для телефонних розмов, що, в свою чергу залежить від місця розташування антени, густоти людей на даній території в конкретний момент часу і звідси час доби. Так наприклад, у нічні години, особливо з 2 ночі до 6 ранку завантаження БС практично дорівнює нулю. Винятком може бути лише новорічна ніч.

Мобільний телефон став вже невід'ємною частиною життя кожної людини. Він являє собою портативний приймач радіочастот. Залежно від телефону, його віку, марки та моделі передача ведеться в діапазоні частот 450 - 2005 МГц. Випромінювання що створює телефон є величиною змінною, від якості каналу зв'язку, тобто, чим вище рівень сигналу БС у місці прийому сигналу, тим менше потужність буде випромінювати телефон[6,8].

Система супутникового зв'язку є більш складною системою і складаються з приймально-передавальної станції на Землі і супутника, що знаходиться на орбіті землі, або далеко за її межами. Антена станцій супутникового зв'язку має чітко виражений основний промінь. Щільність потоку енергії (ЩПЕ) в цьому проміні діаграми спрямованості може досягати $250-500 \text{ Вт/м}^2$ на відстані 1м. від самої антени, також продукуючі значні рівні електричні поля на великій відстані, до 250км. Наприклад, більшість станцій працюють з напруженість 230 кВт, та частотою 2,45 ГГц, створює на відстані 100 км ЩПЕ рівню $2,9 \text{ Вт/м}^2$.

Наступна група, це теле- і радіостанції. Радіоцентри передачі зазвичай розміщуються в спеціально відведених для них зонах у центрі міста, для збільшення кількості будинків, що потрапляють у зони її дії, та займають величезні території. Зазвичай на цій території розміщено дві або більше технічних будівель, де і знаходяться самі радіопередавачі та антенні поля, на яких розташовуються до сотні антенно-фідерних систем (АФС). Вони складаються з самої антени, що служить для вимірювання радіохвиль, і фідерної лінії, що підводить до неї високочастотну енергію, що генерується передавачем.

Зону негативного впливу ЕМП, що створюються таким радіоцентром, можна розділити на дві великі частини.

Перша частина це сама територія радіоцентру, де власне і розміщені всі

служби, приміщення, та прилади для нормального функціонування радіопередавачів і АФС. Вхід стороннім на таку територію заборонений. До неї можуть бути допущені особи, що там працюють або обслуговують передавачі, комутатори і АФС.

Друга частина це території що прилягають до радіоцентру, і доступ до неї не обмежений. На ній будь які споруди, в тому числі і житлові. Але слід зазначити що в цьому випадку виникає велика загроза опромінення населення, що буде проживати, або навіть просто постійно перебувати в цій зоні [7].

Як вже згадувалося вище, розміщення радіоцентрів може бути різним, але зазвичай, особливо у великих містах їх розміщення в безпосередній близькості або і геть серед житлової забудови. Звісно високі рівні ЕМП спостерігаються не тільки на територіях розміщення радіоцентрів низької, середньої і високої частоти, а і за межами. Детальний аналіз електромагнітної обстановки на таких територіях радіоцентрів показав великий рівень забруднення ЕМП навколишніх територій. У зв'язку з цим такі спеціальні дослідження проводяться для кожного окремого радіоцентру в обов'язковому порядку, як перед початком його роботи так вже і під час неї.

Одними з найбільш розповсюдженими джерелами ЕМВ в великих містах на сьогодні є радіотехнічні передавальні центри, що продукують в навколишнє середовище ультракороткі хвилі НВЧ і УВЧ-діапазонів.

Телевізійні передавачі найчастіше будують на околиці невеликого міста, або близько до географічного центру мегаполісів, в містах. Анени розміщують на висоті починаючи від 110м. над рівнем землі. З медичної точки зору та оцінки негативного впливу такого випромінювання на здоров'я людини можна чітко сказати, що перевищення допустимого рівня спостерігається на відстані від декількох десятків метрів до декількох кілометрів. Основні значення напруженості ЕМП досягають 17,5 В/м на відстані 1 км від джерела потужністю 1 МВт. Нажаль, на даний момент, проблема оцінки рівня ЕМВ від телевізійних передавачів стоїть досить гостро і є особливо актуальна у зв'язку з значним збільшенням числа каналів, а звідси і передавальних станцій.

Також є особливі техногенні джерела ЕМВ.

До таких джерел відносять системи використання іоносфери і розвитку протиповітряної і протиракетної оборони країни [7].

Прикладом такої системи може слугувати найновіша система з численних антен HAARP на Алясці, яких там 180. Вони призначені для дослідження за збору інформації про високочастотні активні атмосферні явища, про їх фізичні і електричні властивостей, що можуть негативно впливати на військові і цивільні системи зв'язку і навігації, при обставинах для здійснення протиповітряної і протиракетної оборони країн.

Система HAARP на Алясці на пряму поєднується з 36 станціями, розташованими в різних частинах планети та на різних континентах. Дана система може генерувати високочастотне випромінювання, якому під силу не лише змінювати фізичні властивості верхніх шарів атмосфери, але і порушувати зв'язок, збивати точність роботи електросистем, викликати небезпечні прояви електромагнітних впливів на людину і біоекосистеми. Серед багатьох провідних вчених шириться думка, що цей пристрій може бути направлений проти людини і використаний в якості геофізичного зброї для знищення, якщо не всього людства, то великої його частини.

Електротяги, електрички, метро, трамвай, тройлейбуси та навіть вже такий звичайний електрокар, як вже було зазначено вище, можуть бути потужними джерелами електромагнітного забруднення навколишнього середовища в діапазоні частот від 0 до 100 Гц. Максимальні значення магнітної індукції в звичайних електричках може досягати 85 мкТл при середньому значенні 25 мкТл.

Проте найбільші величини ЕМВ спостерігаються в метрополітені. При зупинці та відправленні рухомого складу величина ЕМП на платформі може сягати 75-150 мкТл і більше. В той же час і в самому вагоні спостерігається величезна магнітна індукція до 150-250 мкТл, що перевищує такий самий рівень в електричці від 6 до 10 разів [7].

Вплив електромобілів на загальне формування ЕМВ в місті прямо пропорційно залежить від кількості автомобілів, що знаходяться в даний час в межах міських територій. На сьогодні частка електромобілів, в залежності від міста складає від 1,5 і до 32%. І це число безперервно зростає, особливо в країнах

Євросоюзу.

1.3. Електромагнітний смог

Відкрито нещодавно, в кінці 20 століття, в наукових колах, з'явилося нове визначення – „електромагнітний смог”, що розуміється як постійне перебування живого організму, в тому числі і людини, в технополісах що суттєво насичені техногенними джерелами електромагнітними полями, що продукуються мережевою проводкою, моніторами телевізорів, системними блоками комп'ютера, холодильниками, мікрохвильовками, мобільними телефонами, сіткою веж станцій супроводу стільникового зв'язку і, врешті-решт, системами Wi-Fi.

На даний момент, по відношенню до житлового приміщення, де постійно перебуває людина, це може бути її власне помешкання, офісне приміщення, транспорт, вчені виділяють два основні види електромагнітного смогу – відповідно внутрішній та зовнішній.

Небезпека внутрішнього електромагнітного смогу полягає в негативному впливі на живі організми в конкретно взятому приміщенні. І чим більше офісної чи побутової техніки там знаходиться, тим більший є негативний вплив. В той же час, зовнішній електромагнітний смог загрожує великим містам, та в першу чергу мегаполісам, де на дахах житлових будівель немає вільного місця від антен, а на вулицях від ліній електропередач від системи освітлювальних до транспортних мереж, що досягають надзвичайно великої щільності.

Електромагнітні поля оточують живі організми повсюди починаючи від власного будинку, роботи, в транспорті, особливо метро та трамваї. Загалом будь який прилад - працюючий компресор холодильника, працююча електрична плита та будь-який інший електроприлад, по дротам якого пішов електричний струм і навколо якого виникло ЕМП стає джерелом електромагнітного смогу, магнітна складова, якого легко проникає всередину нашого організму і чинить негативний вплив на нього.

В 99,9% випадка сучасна квартира це генератор техногенних побутових електромагнітних полів, що кожен секунду негативно впливають на її мешканців. Проте, слід зазначити, що магнітні поля більшості побутових електроприладів

якими ми щоденно користуємося незначні і вимірюються в мікротеслах (мкТл). Ще геть нещодавно вважалось, що такі слабкі електромагнітні поля не в змозі причинити якусь, навіть геть не значну, шкоду здоров'ю людини. Нажаль, на практиці, це виявилось зовсім не так.

Ще в далекому 1992 році шведські вчені дослідили здоров'я приблизно 520тис. людей, що постійно мешкають в умовах забруднення навколишнього природного середовища магнітного поля промислової частоти і результати виявились шокуючими.

Отриманні статистичні дані показали, що значне зростання магнітного поля від 0,1 мкТл до 4 мкТл в кілька разів збільшує ризик розвитку лейкемії у дітей та підлітків. Загалом була помічена невтішна тенденція, що там, де значення магнітного поля складає 0,3 мкТл і вище, утворення злоякісних пухлин, трапляються в два-три рази частіше ніж зазвичай.

На основі отриманих результатів шведський уряд ввів на теренах своєї країни жорсткі гігієнічні нормативи щодо низькочастотного магнітного поля що не повинен перевищувати 0,2 мкТл. Оскільки, вже на початку 21 століття аналогічні дослідження були вже проведені в таких країнах як США, Канада, Франція, Данія і Фінляндія, і результати були схожі, то на сьогодні в більшості країнах світу, особливо це стосується країн Європи, прийнято вважати, що безпечним рівнем низькочастотного магнітного поля не повинен перевищувати 0,2 мкТл.

В Україні, враховуючи отримані результати численних досліджень, також були розроблені санітарно-гігієнічні норми які за певними параметрами є найжорсткішими не лише в Європі, але і в світі також. В таких санітарно - гігієнічних нормах приймаються такі значення параметрів електромагнітного поля, які при постійному впливі не викликають у людини захворювань, відхилень чи якихось порушень у стані її здоров'я від загальних норм, які можуть бути виявлені сучасним медичним обладнанням.

Прийнято, вважати, що напруженість змінного електричного поля 50 Гц не повинна перевищувати 500 В/м в місцях постійного чи довготривалого. Особливо це стосується дітей та підлітків, які більш схильні до негативного впливу ЕМП.

Нажаль, навіть при наявності найжорстокіших законів, магнітні поля на

території України не контролюються. В той час як у Швеції, США, Франції, Італії, Німеччині та в ряді інших Європейських країн, в місцях довготривалого перебування людей, особливо в житлових приміщеннях, та приміщеннях постійного перебування дітей, напруженість магнітного поля частотою 50 Гц не повинна перевищувати 0,2 мкТл.

На превеликий жаль, на сьогоднішній день, ще немає однозначних наукових пояснень механізму негативної дії ЕМП на здоров'я та функціонування організму людини.

Численні міжнародні дослідження негативного впливу електромагнітного поля на здоров'я людини, що її організм, який складається із численних наборів молекул, комплексів білків і на 70% з води, що утворюють системи різних органів, випромінює та приймає ЕМ випромінювання в надзвичайно широкому діапазоні частот.

Висока ефективна дія слабих (за інтенсивністю) ЕМ випромінювань, пояснюється їх резонансною дією, яка може підсилювати або послаблювати функціональні можливості окремих органів.

Прийнято вважається, що найбільш небезпечними для систем організму людини є частоти приблизно в 1000 Гц, тому що вона ідентична з частотами енергетичних центрів людини. Під час досліджень було визначено що такими частотами енергетичних центрів людини для серця є 750-825 Гц та при збільшенні при стенокардії до 1600 Гц, для нирок — 625-750 Гц та при запаленні до 950 Гц, для печінки 250-425 Гц також зі значним збільшенням при запаленні до 640 Гц. При онкологічних захворюваннях, особливо при останніх стадіях, частота частота різко падає. Проте одними з найнебезпечнішими є частоти в проміжку від 3 Гц до 50 Гц що співпадають із частотним ритмом головного мозку і можуть його пошкодити.

Як вже зазначалося раніше радіо та телевізійні станції також є джерелами ЕМП в діапазоні 9 кГц -1000 МГц, і потужності 1-2 МВт. Розміри санітарно-захищених зон для них повинні бути обраховані виходячи з попередніх чисел і повинні складати від сотні метрів і до десятків кілометрів, що, на жаль, на практиці не виконується в 95% випадків.

Що стосується ЕМП в діапазоні 30-300 МГц то гранично доустимі норми

санітарно-гігієнічних норм складають 20 В/м абсолютно для всіх приміщень, де людина перебуває цілодобово, або по вісім годин протягом п'яти днів на тиждень.

Нажаль найбільш продуктивними методами захисту для людини від негативного впливу електричних полів банально зводяться до звичайного заземлення електропроводки та до встановлення захисних екранів з різноманітних матеріалів, що відбивають ЕМВ. Проте, якщо брати конкретно магнітної складової ЕМП нажаль ефективної методики захисту ще не винайдено.

Найбільшою проблемою при детальному вивченні негативної дії техногенних електромагнітних полів на здоров'я людини є те, що навіть найсучасніша вимірювальна апаратура, нажаль, не фіксує наявність ЕМП. В той час як дослідження показали, що навіть така дія слабких полів є вагомою. Сьогодні необхідно мати принципово нові методи діагностики та відповідну метрологічну базу, ніж нині існуюча.

1.4. Висновки до розділу

Тіло людини, як і будь-який організм на нашій Землі, має своє власне та унікальне електромагнітне поле, завдяки якому всі системи, органи і клітини організму гармонійно поєднані та чітко працюють. Електромагнітні випромінювання людини, в більш широких наукових колах, ще називають біополем. Візуальне уявлення біополя, яке бачать деякі люди, і що може бути побудоване комп'ютером за допомогою спеціальних апаратів, називають його ауру.

Це поле є основною захисною оболонкою нашого організму від впливу зовнішніх електромагнітних полів. При його руйнуванні органи і системи нашого організму стають легкою здобиччю для будь-яких хвороботворних чинників.

Якщо на наше природне електромагнітне поле діють інші джерела випромінювання, набагато потужніші, ніж випромінювання нашого тіла, то воно спотворюється або зовсім починає руйнуватися. І в організмі починається хаос. Це призводить до порушення роботи різних органів і систем, що в майбутньому призведе до численних хвороб.

Тобто для будь-якої людини є очевидним те, що, наприклад, коли поруч гуде

трансформаторна будка або потужний електрогенератор то вони становлять для неї певну небезпеку, оскільки створюють сильне електромагнітне поле навколо себе. Щоб уникнути цієї небезпеки, або бодай зменшити негативний вплив ЕМП для працівників розраховано норми безпечного часу і відстані при знаходженні поблизу таких пристроїв.

Той же ефект руйнування біополя настає і при впливі слабких електромагнітних випромінювань, якщо організм знаходиться під їх впливом регулярно і тривалі проміжки часу.

Тобто джерелами небезпеки є самі звичайні побутові прилади, що оточують нас кожен день. Речі, без яких ми вже не уявляємо своє життя: побутова техніка, комп'ютери, ноутбуки, мобільні телефони, транспорт та інші атрибути сучасної цивілізації.

Крім того, значний вплив на нас роблять велике скупчення людей, настрої людини і його відношення до нас, геопатогенні зони на планеті, магнітні бурі.

Серед вчених до цих пір ведуться суперечки про шкоду електромагнітного випромінювання. Одні говорять, що це небезпечно, інші, - навпаки, не бачать ніякої шкоди.

Проте з сучасними технологіями, вже чітко можна сказати що найбільш небезпечні не самі електромагнітні хвилі, без яких дійсно жоден апарат не зміг би працювати, - а їх інформаційна складова, яку не можна виявити звичайними осцилографами.

Експериментально встановлено, що електромагнітні випромінювання мають інформаційну компоненту. Згідно з дослідженнями фахівців з Франції, Росії, України і Швейцарії саме торсіонні поля, а не електромагнітні, є основним фактором негативного впливу на здоров'я людини. Так як саме торсіонне поле передає людині всю ту негативну інформацію, від якої починаються головні болі, роздратування, безсоння та інші хвороби.

РОЗДІЛ 2

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Поруч з природними джерелами ЕМВ, до яких всі біологічні організми адаптувалися в процесі еволюції або виробили власні системи захисту та протидії всі діапазони електромагнітного смогу інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан навколишнього природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки підсилюється тим, що наслідки впливу ЕМВ можуть проявлятися після значно тривалого часу і мати негативний вплив на стан імунної та генетичної стійкості всіх наступних поколінь біологічних організмів.

На можливість несприятливого та негативного впливу на організм людини електромагнітних полів (ЕМП) було звернуто увагу ще забагато до появи, розвитку та поширення великої кількості електричних приборів в кінці 40-х років. Однією з особливостей дії електромагнітного випромінювання на людину та біологічні організми є його візуальна неспостережність і як основне, відсутність зовнішніх ознак впливу протягом довгого часу. Можливо лише незначне відчуття тепла в безпосередній близькості від джерела великої потужності електромагнітного поля. Залежно від параметрів ЕМВ (потужність, частота, напруженість) його вплив на людину може відбуватися на відстанях від декількох десятків метрів до декількох кілометрів [12].

Встановлено, що всі діапазони електромагнітних випромінювань так чи інакше впливають на здоров'я і безпосередньо на працездатність людей, причому наслідки цього впливу можуть проявлятися не відразу.

Слід також зазначити, що переважна більшість процесів, які відбуваються в організмі людини та біологічних організмів, так чи інакше пов'язане з природними електричними і магнітними полями, і кожен орган відчуває дію свого електромагнітного поля певної інтенсивності і індивідуальності в залежності від організму. Ці поля до певної міри можуть мати позитивний вплив на роботу різних органів людини. Втручання певних сторонніх техногенних електромагнітних випромінювань, як правило, різної інтенсивності, ставить будь-який біологічний організм в умови небезпеки, порушує нормальне функціонування і перебудовує роботу різноманітних біохімічних процесів на клітинному рівні.

При цьому ЕМВ безпосередньо впливає на процеси управління і взаємозв'язку між системами, клітинами і молекулами, відбувається зміна звичайного біологічного ритму, змінення нормального інформаційного рівня в окремих системах організму біологічних організмів. Особливо це може позначатись на стані клітин головного мозку, вплив на які електромагнітних випромінювань може привести до загального зниження стану здоров'я та імунітету і до розвитку нервово-психічних, серцево-судинних, онкологічних захворювань.

Сутність впливу ЕМП залежить від [6]:

- діапазону частот;

- інтенсивності і тривалості дії;
- характеру випромінювання (безперервне або модульоване);
- режиму опромінення;
- розмірів тіла;
- індивідуальних особливостей організмів і т.ін.

2.1. Вплив електромагнітного магнітного поля на здоров'я людини

ЕМП можуть викликати:

- Функціональні несприятливі ефекти в організмі;
- Біологічні несприятливі ефекти в організмі.

Функціональні ефекти виражаються в передчасній стомлюваності, головних болях, порушенні сну, функцій серцево-судинної і нервової систем. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень і захворювань [9].

Так, в результаті обстеження тих людей, що працюють в умовах впливу ЕМП значної інтенсивності, було зазначено, що найбільш чутливими до даного впливу є нервова і серцево-судинна система. Зазначено значні зміни кровотворення, порушення з боку ендокринної системи, метаболічних процесів, захворювання органів зору. Було виявлено, що клінічні прояви впливу радіохвиль найбільш часто характеризуються астеничними і вегетативними реакціями.

В умовах тривалого професійного опромінення з періодичним підвищенням гранично допустимих рівнів (ГДР) у частини людей відзначали функціональні зміни в органах травлення, що виражаються в зміні секреції і кислотності шлункового соку, а також в явищах порушення роботи кишечника.

Вважається, що найбільший вплив та значно небезпечним є пригнічення функцій центральною нервовою системою з роздратуванням клітин головного мозку і чутливих закінчень нервів-рецепторів в органах і шкірних покривах людини. Ці порушення зникають через 2-3 тижні після припинення впливу електромагнітного випромінювання. Систематичний вплив викликає не тільки стійкі негативні наслідки, але призводить до виникнення різних небезпечних захворювань.

Дослідження по виявленню впливів електромагнітних випромінювань на людину свідчать про наступні негативні факти. Електромагнітні випромінювання,

крім уже згаданих станів, можуть викликати [9,10]:

- уповільнення ритму серцебиття і зниження кров'яного тиску, головні болі, загальну слабкість, тривожний сон;
- появи пульсацій і звукових імпульсів в області потилиці і в скроневій ділянці голови;
- зміни емоційного настрою, підвищення дратівливості, зміну свідомості і навіть часткову втрату пам'яті;
- появу непередбачуваною агресивності і непереборного бажання з'ясовувати стосунки з собі подібними при наявності безпричинності і ін.

Існує гіпотеза про те, що деякі віруси, що спочатку мають нейтральне ставлення до середовища органів людини, перетворюються під впливом факторів зовнішнього середовища (випромінювання, радіації та ін.) в віруси найнебезпечніших інфекцій, наприклад, СНІДу.

Таким чином, до окремих захворювань, які можуть виникати внаслідок впливу електромагнітного випромінювання можна віднести [11]:

Небезпечні для життя хвороби:

(Хвороба Альцгеймера, рак мозку (дорослий і дитина), рак молочної залози (чоловік і жінка), депресія (з суїцидальними нахилами), хвороба серця, лейкемія (дорослий і дитина), викидні);

Інші стани:

(Алергії, аутизм, підвищений кров'яний тиск, електрочутливість, головні болі, гормональні зміни, пошкодження імунної системи, пошкодження нервової системи, порушення сну, аномалія сперми).

Біологічно несприятливі ефекти впливу ЕМП проявляються в тепловому і нетепловому впливах.

Встановлено, що найбільш небезпечними для людини є, як не дивно, слабкі і надслабкі складові електромагнітних випромінювань в діапазоні високих частот від 10 ГГц і вище. Ці складові генеруються багатьма видами сучасних електронних приладів. Подібний висновок випливає з наступних тверджень.

Тіло людини по відношенню до низькочастотних (<105 Гц) ЕМП має властивості провідника. Під дією зовнішнього поля в тканинах виникає струм

провідності. Основними представниками вільних зарядів служать іони. Довжина електромагнітних хвиль низьких частот багаторазово перевершує розміри людського організму, внаслідок чого весь організм піддається впливу таких хвиль. Однак ця дія на різні тканини неоднакова, оскільки вони відрізняються як за електричними властивостями, так і по чутливості до струму провідності. Дуже чутлива до нього нервова система. Під дією зовнішнього ЕМП частотою 10 Гц і напруженістю 10 Вм-1 в тканинах головного мозку активується поле, яке в 105 разів слабкіше зовнішнього.

Індукований струм провідності тече переважно по міжклітинній рідині, так як її опір багато менше опору клітинних мембран. Через плазмолему нейронів протікає приблизно тисячна частка струму провідності, наведеного зовнішнім ЕМП.

Граничне значення струму провідності, що викликає збудження, залежить від частоти ЕМП. Струм з частотою вище 3 кГц, прикладений до шкіри людини, практично не збуджує його нерви і м'язи. При безпосередній дії на нервові клітини і м'язи цей частотний рубіж відсувається до 200 кГц, але тканини на цій частоті збуджуються тільки сильним струмом. Підвищення струму провідності з ростом частоти зовнішнього ЕМП пов'язано, перш за все, з іонних каналів. При частоті більше 105 Гц їх воротні процеси не приводяться в дію. Тому високочастотні ЕМП не здатні порушити тканини організму [12].

Поглинання електромагнітної енергії живими тканинами організмів супроводжується зміною та підвищенням їх температури, якщо потужність яка поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Остання визначається тепловіддачею, яка здійснюється з поверхні тіла організму за допомогою випромінювання, конвекції, теплопровідності і випаровування вологи. Відведення теплової енергії від глибоких тканин до поверхні тіла забезпечується кровообігом. Механізми тепловіддачі функціонують в організмі безперервно, оскільки йому властивий постійний високий рівень виробництва теплоти в ході обміну речовин. Тому помітне підвищення температури живих тканин відбувається тільки в тому випадку, коли додаткове теплове навантаження (зокрема, під дією ЕМП) досягає не менше 70% метаболічної теплопродукції.

Таким чином, дія на біологічний організм низькочастотних ЕМП не викликає

помітної зміни температури та нагрівання тканин, так як тепла енергія, що поглинається при цьому тканинами, менше метаболічної теплопродукції, тобто поглинання електромагнітної енергії живими тканинами організму супроводжується підвищенням їх температури, якщо потужність яка поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Основний ефект від впливу ЕМП таких частот на організм по'язаний з порушенням тканин організму, або його окремих органів.

За даними ряду різноманітних досліджень, виявлено позитивний зв'язок між низькочастотним електромагнітним випромінюванням і розвитком пухлин. Однак ця картина виявляється не у всіх дослідженнях. Найбільш виражений ефект ЕМП в розвитку лейкозу у дітей та лейкозу і пухлин мозку у дорослих людей, які на роботі піддаються впливу та опромінюються цими полями [13].

Особливо небезпечними є наднизькочастотні поля, а також детектовані високо- і надвисокочастотні зі наднизькочастотною шкідливою модуляцією поля, що вивільняють активні вільні радикали.

Вони діють на ДНК і РНК як жорстка радіація і можуть викликати вкрай негативні віддалені наслідки, аж до виродження генотипу. Виявити ці ефекти безпосередньо вельми скрутно.

На відміну від реакцій організму на ЕМП низької частоти, високочастотні біологічні ефекти електромагнітних випромінювань обумовлені головним чином тепловою енергією, що виділяється в тканинах, які зазнали опромінення. Фізіологічні механізми тепловіддачі не компенсують теплопродукцію організму, яка відбувається під дією ЕМП високої частоти.

В діапазоні частот від 1,0 до 300 МГц механізми взаємодії ЕМП з біологічним організмом визначаються як струмом провідності, так і струмом зміщення, причому на частоті близько 1 МГц провідна роль належить струму провідності, а на частотах понад 20 МГц - струму зміщення. Обидва різновиди струму викликають зміну температури та нагрівання тканин. Тепловий ефект збільшує свій вплив в міру зростання частоти зовнішнього поля. Високочастотний струм провідності (при частоті понад 105 Гц), на відміну від низькочастотного випромінення, не порушує нервові кліти і м'язові волокна. Струм зміщення також не викликає збудження.

Довжина хвилі на частотах від 1,0 до 3000 МГц перевершує розміри тіла людини. Такі поля можуть здійснювати як локальний, так і загальний вплив на людський організм. Характер впливу залежить від того, чи все тіло або частина його знаходиться в полі. На більш високих частотах (частота понад 3000 МГц) довжина хвилі менше розмірів тіла людини, що обумовлює тільки локальну дію ЕМП. Крім того, з підвищенням частоти зменшується глибина проникнення електромагнітних коливань в організм. Глибиною проникнення електромагнітного випромінювання в будь-яке середовище називають відстань, на якому амплітуда поля зменшується в e раз ($e = 2,718...$). Подолавши цей шлях, електромагнітна хвиля зберігає приблизно 13% своєї початкової інтенсивності. Глибина проникнення залежить не тільки від частоти зовнішнього ЕМП, а й від електричних властивостей тканин, в які воно проникає. Для жирової і кісткової тканин ця величина на порядок більше, ніж для м'язової [9].

Однак, слід зазначити, що тепловий ефект високочастотних полів використовується і як лікувальний засіб. Серед методів високочастотної електротерапії розрізняють діатермію, індуктотермію, НВЧ-терапію і мікрохвильову терапію.

При діатермії застосовують ЕМП частотою 0,5-2,0 МГц. Метод індуктотерапії заснований на застосуванні ЕМП частотою 10-15 МГц. Біологічний ефект (гіпертермія) визначається магнітною складовою ЕМП, що генерується апаратом індуктотермії. Під дією магнітного поля в тканинах виникають вихрові струми, що нагрівають об'єкт опромінення.

Для НВЧ-терапії застосовують ЕМП частотою 40-50 МГц. Як і при двох попередніх методах, пацієнт перебуває в зоні несформованої хвилі. Оскільки електроди мають форму пластини, біологічна дія обумовлена електричною складовою ЕМП, причому тепло утворюється під впливом як струму провідності, так і струму зміщення.

При мікрохвильовій терапії тепловий ефект створюється лише струмом зміщення, який виникає в організмі людини під дією НВЧ випромінювань. Їх частотний діапазон може знаходитись в межах від $3 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^{11}$ Гц. Для фізіотерапевтичних, лікувальних процедур зазвичай частіше користуються хвилями,

які мають довжину 12,7 см. Вони діють на людину в зоні сформованої хвилі. Тому тепловий ефект визначається інтенсивністю електромагнітного поля. Оскільки в частотний діапазон НВЧ випромінювань потрапляє характеристична частота релаксації води, то саме водні середовища організму поглинають енергію НВЧ полів найбільшою мірою. Оскільки хвилі НВЧ слабо взаємодіють зі шкірою і жировою клітковиною, а в м'язах і внутрішніх органах інтенсивно поглинаються. Саме тому м'язи і нутрощі зазнають найбільшого нагрівання при мікрохвильовій терапії. Багато тепла виділяється в рідинах, що заповнюють різні порожнини [9].

Характер подібного впливу обов'язково слід враховувати в робочій зоні, оскільки з НВЧ випромінюванням доводиться мати справу не тільки в фізіотерапевтичному кабінеті.

Значну роль відіграють резонансні процеси, пов'язані з біологічними ритмами людини. Резонансне посилення або ослаблення цих ритмів, поява гармонік і субгармонік і результати перехресної модуляції в нелінійних елементах клітин можуть породжувати різноманітні психофізіологічні ефекти з негативними наслідками.

Серед безлічі електромагнітних явищ на особливу увагу заслуговують мікрохвильові випромінювання, причому найбільш істотний внесок в мікрохвильове забруднення навколишнього середовища вносять радіолокаційні та радіорелейні станції та інші об'єкти, робота яких заснована на генерації ЕМВ НВЧ-діапазону. У зв'язку з цим, у людей, які працюють на супутникових, радіо- і радіолокаційних станціях, можуть проявлятися головний біль, дратівливість, сонливість, ослаблення пам'яті і т.ін.

За величиною дози і характером опромінення виділяють гостре і хронічне ураження мікрохвильовими випромінюваннями (табл. 2.1.). До гострих уражень відносять порушення, що виникають в результаті короткочасного впливу мікрохвиль щільністю потоку енергії (ЩПЕ), що викликає термогенний ефект. Хронічне ураження - результат тривалого впливу мікрохвильового випромінювання субтеплової ЩПЕ [14].

Картина клінічних проявів впливу мікрохвиль на організм людини при різних інтенсивностях випромінювання

Інтенсивність мікрохвиль, мВт/см ²	Зміни що спостерігаються
600	Больові відчуття в період опромінення
200	Пригнічення окислювально-відновних процесів тканин
100	Підвищення артеріального тиску з наступним його зниженням, в разі хронічного впливу - стійка гіпотонія. Двостороння катаракта.
40	Відчуття тепла. Розширення судин. При опроміненні підвищення тиску на 20-30 мм рт.ст.
20	Стимуляція окислювально-відновних процесів тканин
10	Астенізація після 15 хв. опромінення, зміна біоелектричної активності мозку
8	Невизначені зрушення з боку крові із загальним часом опромінення 150 год, зміна згортання крові
6	Електрокардіографічні зміни, зміни в рецепторному апараті
4-5	Зміна артеріального тиску при багаторазових опромінюваннях, нетривала лейкопенія, еритропенія
3-4	Ваготонічна реакція з симптомами брадикардія, уповільнення електропровідності серця
2-3	Виражений характер зниження артеріального тиску, збільшення частоти пульсу, коливання об'єму крові серця
1	Зниження артеріального тиску, тенденція до почастишання пульсу, незначні коливання об'єму крові серця. Зниження офтальмотонуса при щоденному впливі протягом 3,5 міс.
0,4	Слуховий ефект при впливі імпульсних ЕМВ
0,3	Деякі зміни з боку нервової системи при хронічному впливі протягом 5-10 років
0,1	Електрокардіографічні зміни
До 0,05	Тенденція до зниження артеріального тиску при хронічному впливі

При хронічному ураженні з боку серцево-судинної системи спостерігається нейроциркуляторна дистонія гіпертонічного типу, що супроводжується швидко прогресуючою коронарною недостатністю. У фахівців, які обслуговують

електромагнітні пристрої, виявляється фазовий характер змін в системі периферичного кровообігу. У початковий період може відзначатися помірне зниження вмісту гемоглобіну та еритроцитів. Надалі ці показники наростають і іноді істотно перевищують норму. Кількість лейкоцитів в перший час має схильність до збільшення в порівнянні з нормою. Після семи – дев'яти років контакту з'являється тенденція до зниження лейкоцитів. У осіб зі стажем 7-12 років можлива стійка лейкопенія. У деяких змінюються показники згортання крові.

Біологічними дослідженнями встановлено, що найбільш чутливими до впливу ЕМП є: центральна нервова система, очі, гонади. При цьому можуть відбуватися порушення діяльності серцево-судинної, нейроендокринної, кровотворної, імунної систем та обмінних процесів. Дослідження показали, що статеві органи дуже чутливі до опромінення ЕМП. При цьому у чоловіків виявлено досить високий відсоток випадків імпотенції, зниження тестостерону в крові.

Організм людини небайдужий до локалізації ЕМ-енергії на певних органах (при експлуатації ручних радіотелефонів - це голова; портативних рацій - поперек або спина). Відзначається явна залежність біоефектів від інтенсивності поля, поляризації та напрямку хвиль, співвідношення розмірів органів і тіла людини з довжиною хвилі ЕМВ. Складність полягає в тому, що необхідно враховувати всю різноманітність факторів, що визначають кількість поглиненої ЕМ-енергії, діелектричні властивості тканин, геометрію, масу, орієнтацію біооб'єкту, поляризацію ЕМП, конфігурацію і характеристики джерела, експозицію, інтенсивність і частоту випромінювання, всі особливості генерації і поширення ЕМВ НВЧ.

Випромінювання на частоті 900 МГц, дозволений для мобільних радіотелефонів, має особливо високу проникність, при цьому нерідко в голові виникає «ефект резонансу». Правда, відзначаються великі відмінності в індивідуальній чутливості, пов'язані з існуючою безліччю моделей, модифікацій радіотелефонів, що істотно відрізняються один від одного потужністю і довжиною хвилі.

Мішенню для СВЧ-випромінювання є молекула, що володіє електромагнітними властивостями. Це, перш за все, молекули води. Живий організм

людини в основному, як відомо, (на 95% в дитинстві і на 60% в старості) складається з води. Всі речовини при розчиненні у воді утворюють гідратні оболонки. Слабкі ЕМП низької частоти змінюють метастабільні структури в воді, що різко знижує концентрацію іонів калію і веде до утворення активних вільних радикалів [15, 16].

ЕМП призводить до розвитку синдрому старіння організму, ознаками якого є зниження працездатності та імунітету, наявність багатьох захворювань, раннє порушення рівня холестерину, пригнічення функції репродуктивної системи, розвиток вікової патології в ранні роки (гіпертонічна хвороба, церебральний атеросклероз).

Проведені в останні роки численні дослідження показують, що порушення функцій організму під впливом НВЧ випромінювань відбуваються не тільки внаслідок утворення надлишкового тепла в тканинах. Отже, біофізичні механізми впливу ЕМП на біологічні системи не можна звести до двох розглянутих вище: перегрівання в високочастотних полях і збудження - в низькочастотних. Зараз увагу дослідників біологічних ефектів електромагнітних випромінювань зосереджено на третьому механізмі. Його називають специфічним. Найбільш характерна особливість специфічної дії ЕМП на організм полягає в тому, що біологічні системи реагують на випромінювання вкрай низької інтенсивності, недостатньої для збудження і нагрівання, але такі реакції виникають не в усьому діапазоні ЕМВ, а на певних частотах. Тому третій тип реакцій біологічних систем на ЕМП має ще й такі назви, як резонансні і слабкі взаємодії, частотнозалежні біологічні ефекти ЕМП.

Біологічні ефекти слабких ЕМП визначаються високою виборчої чутливістю до них (у вузькому спектральному діапазоні) того чи іншого типу клітин. Мабуть, найбільшою сприйнятливістю до слабких полів відзначаються нейрони головного мозку. Одним з механізмів виборчої чутливості нейронів головного мозку до низькочастотного випромінювання може служити взаємодія їх з катіонами (наприклад Ca^{2+} - згідно кальцієвої гіпотези), коли вони десорбуються з плазматичних мембран, які їх раніше пов'язували [17].

Дослідження останніх десятиліть переконливо підтвердили інформаційну роль і значення для біологічних систем надслабких ЕМП, в тому числі в діапазоні НВЧ при певних законах їх модуляції.

Розвиток ідеї про те, що електрони і ЕМП як більш мобільні, ніж молекули (елементи живої матерії) несуть енергію, заряди і інформацію, виявляючись свого роду паливом для життєвих процесів, призвів багатьох авторів до думки про існування в організмі системи підтримки біоелектричного гомеостазу, що забезпечує нормальний фізіологічний стан клітин. Припущення про те, що в організмі існує механізм центральної регуляції фізіологічних процесів, узгоджений з періодично змінними параметрами електричних і магнітних полів Землі і призначений для захисту від перешкод з боку спорадично виникаючих інтенсивних космічних ЕМП всіх частотних діапазонів, призводить до думки про наявність в високоорганізованому організмі сенсорної системи, що сприймає зміни ЕМП зовнішнього середовища [18].

Поки що даний тип механізмів впливу вивчений недостатньо, однак серед виявлених в ході досліджень закономірностей в дії надвисокочастотних полів нетеплової інтенсивності можна відзначити наступні, пов'язані зі здатністю ЕМП негативно впливати[14]:

- впливати на перебіг біохімічних реакцій внутрішньоклітинного метаболізму;
- впливати на ферментативну активність білків - ферментів в головному мозку, печінці та інших структурах;
- впливати (прямо чи опосередковано) на процеси передачі генетичної інформації (на процеси транскрипції і трансляції);
- впливати на рівні сульфгідрильних та інших груп, що визначають полярність білкових молекул;
- діяти на нейрогуморальну регуляцію, зокрема, на гіпоталамо-гіпофізарну систему;
- змінювати динаміку імунної відповіді;
- перебудовувати малюнок імпульсних потоків, що генеруються нейронами;
- змінювати функціональну активність рецепторів і різних іонних каналів.

Даний тип механізмів лежить в основі негативного впливу на організм в плані

збоїв в передачі генетичної інформації, включення механізмів формування патологій після впливу тривалого часу після впливів ЕМП на організм.

Важливо відзначити, що можливо подальші дослідження в даному напрямку допоможуть дати відповідь на актуальне і спірне питання про негативність випромінювання мобільного телефону для користувача.

Таким чином, підбиваючи підсумок всього викладеного вище, що стосується біологічно несприятливих ефектів - в результаті взаємодії організму з електричною складовою ЕМП можуть виникати біологічні ефекти трьох типів: збудження, нагрівання і кооперативні процеси.

Два з них добре вивчені і знаходять пояснення в рамках концепції енергетичної взаємодії поля з організмом. Третій ефект, що виявляється в сприйнятті біосистемами слабких електромагнітних випромінювань, досліджений недостатньо. Його походження пов'язане, мабуть, з тим, що в процесі еволюції біологічних систем ЕМП певних частот виконували по відношенню до них місію носія інформації про навколишнє середовище [19].

Більшість з розглянутих негативних ефектів пов'язані з впливом електромагнітних полів, що генеруються штучними джерелами в основному радіочастотного діапазону. Разом з тим, не варто забувати і про природну складову.

2.2. Сучасний стан електромагнітного забруднення урбанізованих територій

Питання подальших досліджень негативного впливу ЕМВ на біологічні організми особливо актуальні в сучасних умовах їх посиленого техногенного впливу, особливо в межах населених пунктів.

Технічна цивілізація, розвиваючи свою енергоємність і промислову різноманітність, створює особливу сферу повсюдних штучних процесів і максимізує свої можливості в містах, особливо в супермістах з населенням понад 1 млн осіб. За сучасними оцінками до 2050 року населення планети складе 10 млрд чоловік, причому щорічний приріст в наступні роки буде близько 90 млн/рік (> 3 людини в секунду). Отже, число суперміст зростає. Так, якщо в 1992 р кількість суперміст з населенням > 10 млн осіб було 13, до 2020 року ця цифра майже подвоїться - 22. Пропорційно зростанню міст збільшується і електромагнітне забруднення їх

територій.

Під електромагнітним забрудненням розуміється різновид антропогенного або природного фізичного забруднення, що виникає при модифікації електромагнітних властивостей середовища (під дією ліній електропередач високої напруги, роботи деяких промислових установок, природних явищ - магнітних бур та інших джерел ЕМВ).

В цілому, електромагнітне забруднення міських територій слід розглядати в кількох напрямках, головними з яких є [7]:

- безпосередній вплив електричних і магнітних полів на населення міста;
- вплив техногенних електропроцесів (полів, струмів) на природне геолого-геофізичне середовище міста;
- спотворення природних режимів природних електромагнітних процесів і, як наслідок, опосередкований вплив на живий організм і технічні системи (гальванопроцеси, електрокорозія і ін.);
- гібридизація і взаємне посилення процесів, викликаних електромагнітним і іншими видами забруднень.

У першому напрямку можна виділити варіанти дії «сильних» полів (від радіолокаторів, радіостанцій, високовольтних ліній електропередач, промислових джерел і т.п.) і так званих «слабких» полів. Якщо сильним впливам населення міста піддається фрагментарно в часі і по території, то до слабких схильне постійно, що робить ці дії проблемою нітрохи не менш актуальною, ніж сильні. Торкаючись складу слабких впливів, в першу чергу слід відзначити, що їх вплив може призвести до значних ефектів в плані дії на стан живих організмів. Електровиробництво і електроспоживання на території міста роблять сильний вплив як на режим атмосферної електрики, так і на параметри телуричних (блукаючих підземних) струмів. Ці впливи сильно змінюють фізичну якість навколишнього середовища міста, але, як правило, не фігурують в загальному переліку екологічно врахованих параметрів.

Розглядаючи другий клас електромагнітних забруднень, слід мати на увазі, що виникають ланцюжки непрямих, а тому важко діагностованих причин впливу на

здоров'я.

Наприклад, багато недуг, викликані підвищеним рівнем вологості (якщо місто знаходиться в зоні впливу річки або водосховища), істотно зростають через додаткову іонізацію води поблизу високовольтних ліній електропередач. Вода в атмосфері міста може перебувати у вигляді звичайних молекул, молекулярних асоціатів (від двох до восьми молекул), які характеризуються високою ймовірністю іонізації. Крім того, наявність в атмосфері міста природних і промислових аерозолів, особливо що містять солі металів і луги, призводить до полегшення іонізації цієї «чистої» (металізованої) води на 14-15 порядків. Природно, це веде до значної зміни водно-іонного складу повітря і сильно впливає на стан хворих і здорових людей.

Крім того, подальший ланцюг фізичних процесів призводить до потужного перерозподілу носіїв заряду в атмосфері міста, якому сприяють природні статичні поля. При цьому атмосферне електричне поле напруженістю 130-150 В/м як би розбавляє утворювані носії заряду. Аеродинамічні потоки (вітри) в свою чергу беруть участь в утворенні так званих «атмосферних електроліз», електричне поле всередині яких зростає в десятки разів (є окремі реєстрації в певних геолого-геофізичних ситуаціях полів, що досягали 10000 В/м). Природно, що навіть короткочасне існування в атмосфері міста

«електроліз» (які можуть розглядатися як специфічний вид техногенно обумовленого електромагнітного забруднення) неминуче позначиться на стані здоров'я людей, що потрапили в область високих напруженостей атмосферної електрики. Тому важливо знати міські максимуми електрогенних процесів (електромагнітних випромінювань, місць іонізації, концентрацій іонізованого матеріалу і т.п.). З цими ж процесами тісно пов'язана проблема так званих утворень, що світяться (плазмоїдів), які можуть служити індикаторами місць інтенсивних електропроцесів в місті і самі є специфічним видом і джерелом електромагнітного порушення фонового стану геофізичних полів.

Торкаючись теми промислового виробництва блукаючих струмів, потрібно зіставити їх параметри з параметрами струмів природного походження. Напруженості електричних полів, що мають місце в природному середовищі (в землі, поблизу від поверхні), коливаються в межах 5-10 мВ/м. Основним джерелом

накачування телуричних струмів в ґрунти міста є наземний електрорельсовий транспорт і метро. Ці джерела створюють телуричні поля 300-1600 мВ/м, тобто в сотні разів перевищують природні. У певних умовах накладення виробничих і геолого-геофізичних процесів телуричні струми («підземні плазмопотокі») перевищують природні в десятки і сотні тисяч разів [21].

Іншим важливим джерелом нагромадження блукаючих струмів є станції катодного протикорозійного захисту, що генерують поля 60-280 мВ/м. Вони ж, як встановлено непрямыми вимірами, є причиною досить потужних магнітних полів, створюваних навколо труб, що захищаються від корозії, проходять безпосередньо в житловому секторі та навіть в квартирах.

Характерно, що забруднення підземного геолого-геофізичного середовища блукаючими струмами вельми дальнодійне. Зміни їх величини фіксуються на відстані 0,1-10 км від джерел в залежності від систем техногенерації струмів, будови і властивостей ґрунтів. Дослідження телуричних струмів промислового генезису почалося зовсім недавно, і багато питань ще зовсім не з'ясовані. Особливо важливий для великих міст питання так званих пов'язаних полів, прояв яких відзначається як спільний дрейф промислових і природних блукаючих струмів. Однак, зараз безсумнівно те, що вони істотно змінюють якість геолого-геофізичної середовища, впливаючи на електрзарядні атмосферні процеси, в тому числі впливають і на генерацію плазмоїдів в приземній атмосфері.

2.3. Висновки до розділу

На відміну від природних джерел ЕМВ, до яких біологічні організми адаптувалися в процесі еволюції або виробили системи протидії всі діапазони техногенних ЕМВ інтенсивно впливають на здоров'я людей і стан природного середовища. Високий ступінь їх небезпеки посилюється тим, що наслідки можуть проявлятися після сплину досить тривалого часу і негативно впливати на стан імунної та генетичної стійкості поколінь. Сутність впливу ЕМП залежить від діапазону частот, інтенсивності і тривалості дії, характеру випромінювання

(безперервне або модульоване), режиму опромінення, розмірів тіла, індивідуальних особливостей організмів і т.ін. ЕМП можуть викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі. Функціональні ефекти виражаються в передчасній стомлюваності, головних болях, порушенні сну, функцій серцево-судинної і нервової систем. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМВ призводить до стійких порушень і захворювань (паталогічні ефекти). Біологічно несприятливі ефекти впливу ЕМВ проявляються в тепловому і нетепловому впливах. Встановлено, що найбільш небезпечними для людини є, як не дивно, слабкі і надслабкі складові електромагнітних випромінювань в діапазоні високих частот від 10 ГГц і вище. Ці складові генеруються багатьма видами сучасних електронних приладів. Цікаво, що тіло людини по відношенню до низькочастотних ($<10^5$ Гц) ЕМВ має властивості провідника. Під дією зовнішнього поля в тканинах виникає струм провідності. Основними представниками вільних зарядів служать іони. При цьому довжина ЕМ хвиль низьких частот багаторазово перевершує розміри людського тіла, внаслідок чого весь організм піддається впливу таких хвиль. Дія на організм низькочастотних ЕМВ не викликає помітного нагрівання тканин, так як тепла енергія, що поглинається при цьому тканинами, менше метаболічної теплопродукції, тобто поглинання електромагнітної енергії живими тканинами супроводжується підвищенням їх температури, якщо потужність, що поглинається перевершує потужність розсіювання теплової енергії. Основний ефект від впливу ЕМВ таких частот на організм пов'язаний з порушенням тканин організму, або його окремих органів. На відміну від реакцій організму на ЕМП низької частоти, високочастотні біологічні ефекти електромагнітних випромінювань обумовлені головним чином тепловою енергією, що виділяється в тканинах, які зазнали опромінення. Довжина хвилі на частотах від 1,0 до 3000 МГц перевершує розміри тіла людини. Такі поля можуть надавати як локальний, так і загальний вплив на нього. Характер впливу залежить від того, чи все тіло або частина його знаходиться в полі. На більш високих частотах (частота понад 3000 МГц) довжина хвилі менше розмірів тіла людини, що обумовлює тільки локальну дію ЕМВ. Крім того, з підвищенням частоти зменшується глибина проникнення електромагнітних коливань в організм.

Глибина проникнення залежить не тільки від частоти зовнішнього ЕМВ, а й від електричних властивостей тканин, в які воно проникає. Для жирової і кісткової тканин ця величина на порядок більше, ніж для м'язової. Значну роль відіграють резонансні процеси, пов'язані з біологічними ритмами людини. Резонансне посилення або ослаблення цих ритмів в клітинах можуть породжувати різноманітні психофізіологічні ефекти з негативними наслідками. За величиною дози і характером опромінення виділяють гостре і хронічне ураження мікрохвильовими випромінюваннями. До гострих поразок відносять порушення, що виникають в результаті короточасного впливу мікрохвиль щільністю потоку енергії (ЩПЕ), що викликає термогенним ефект. Хронічне ураження - результат тривалого впливу випромінювань субтеплової ЩПЕ. Біологічними дослідженнями встановлено, що найбільш чутливими до впливу ЕМВ є: центральна нервова система, очі, гонади. При цьому можуть відбуватися порушення діяльності серцево-судинної, нейроендокринної, кровотворної, імунної систем та обмінних процесів. Дослідження показали, що статеві органи дуже чутливі до опромінення ЕМП. Проведені в останні роки численні дослідження показують, що біофізичні механізми впливу ЕМВ на біологічні системи не можна звести до двох розглянутих вище: перегрівання в високочастотних полях і збурення - в низькочастотних. Зараз увагу дослідників біологічних ефектів електромагнітних випромінювань зосереджено на третьому механізмі. Його називають специфічним. Найбільш характерна особливість специфічної дії ЕМВ на організм полягає в тому, що біологічні системи реагують на випромінювання вкрай низької інтенсивності, недостатньої для збурення і нагрівання, але такі реакції виникають не в усьому діапазоні ЕМВ, а на певних частотах. Тому третій тип реакцій біологічних систем на ЕМВ має ще й такі назви, як резонансні і слабкі взаємодії, частотнозалежні біологічні ефекти ЕМВ. Біологічні ефекти слабких ЕМВ визначаються високою виборчої чутливістю до них (у вузькому спектральному діапазоні) того чи іншого типу клітин. Мабуть, найбільшою сприйнятністю до слабких полів мають нейрони головного мозку. Поки що даний тип механізмів впливу вивчений недостатньо, однак серед виявлених в ході досліджень закономірностей в дії надвисокочастотних полів нетеплової інтенсивності можна

відзначити наступні, пов'язані зі здатністю ЕМП негативно впливати. Даний тип механізмів лежить в основі негативного впливу на організм в плані збоїв в передачі генетичної інформації, включення механізмів формування патологій після сплину тривалого часу після впливів ЕМП на організм. Можливо подальші дослідження в даному напрямку допоможуть дати відповідь на актуальне і спірне питання про негативність випромінювання мобільного телефону для користувача. Істотну небезпеку для людини становлять також «решітки» силових ліній електромагнітного поля Землі - сітки Хартмана (Меридіан-паралельного напрямку), що утворює осередки типу прямокутника, і діагональної сітки Кюрі (напрямки північний захід на південний схід і північний схід на південний захід), що утворює осередки ромбовидної форми. Мабуть, сітки здійснюють взаємодію (енергообмін) між космічними випромінюваннями і магнітним полем Землі.

Для людини небезпечно тривалий час перебувати в вузлах цих сіток (в місцях перетину силових ліній), званих геопатогенними зонами - виникають дисфункції нервової системи, різко знижується імунітет і, як наслідок, виникають хронічні інфекції та пухлини. Безліччю досліджень з'ясовано, що електромагнітні хвилі істотно впливають на інші біологічні об'єкти, які проявляються в різноманітті індукованих ефектів. Експерименти з вищими тваринами (щури, свині) показали, що електромагнітні випромінювання можуть пригнічувати вироблені умовні рефлекси, знижують чутливість до звуку, а найголовніше - призводять до зміни біопотенціалів головного мозку, особливо це помітно при впливі випромінювань хвиль сантиметрової довжини. Ряд досліджень дозволяють зробити висновок про високу чутливість птахів до НВЧ поля.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

3.1. Джерела електромагнітного смогу в сфері сталого споживання

«Електромагнітний смог» - це забруднення середовища проживання людини неіонізуючими випромінюваннями від пристроїв використовуючих, передаючих і генеруючих електромагнітну енергію і виникають через недосконалість техніки і/або нераціональність її застосування (термін введений ВООЗ).

«Електромагнітний смог» можна класифікувати на два основні види [1]:

- смог відкритої місцевості (вуличний);
- смог в приміщеннях (від освітлювальних систем, побутові прилади);

Електромагнітне забруднення на відкритій місцевості можливо від різних передавальних радіотехнічних об'єктів, високовольтних ліній електропередач, від використання неонові і іншої реклами, проводів електротранспорту, електрифікованих залізниць. Щоб створити досить високі рівні поля на відкритій місцевості, необхідні дуже потужні джерела. Інша справа, якщо джерелом випромінювання є антени з дуже вузьким «коефіцієнтом спрямованості дії» і високою енергією.

Основним «постачальником» ЕМП в навколишнє середовище є на відкритій місцевості все ж радіотехнічні системи телекомунікацій та ЛЕП. Це пов'язано з тим, що випромінювання ЕМП - невід'ємне явище для радіоканалу. Випромінюючі технічні засоби радіозв'язку, радіомовлення і телебачення розподіляються по територіях, як правило, рівномірно. Це робиться для того, щоб створити необхідну інтенсивність ЕМП в місцях перебування людей.

Ситуація, що історично склалася з розміщенням технічних засобів загострює питання електромагнітної екології, оскільки будівництво та розміщення випромінюючих технічних засобів здійснювалося на догоду зручності експлуатації,

без урахування екологічних наслідків.

Як наслідок всього цього, в умовах міської забудови під високі рівні ЕМП потрапляє не тільки обслуговуючий персонал випромінюючих технічних засобів, а й населення прилеглих територій.

Наприклад, ЛЕП з напругою лінії 330 кВ створює силове поле напруженістю 4-6 кВ/м, ЛЕП з напругою 500 кВ - 9-11 кВ/м, ЛЕП з напругою 750 кВ - 13-15 кВ/м [7].

Існують також створені людиною джерела ЕМП, які використовуються не для цілей радіо-, телекомунікацій або передачі енергії. У промисловості, науці та медицині застосовується обладнання для передачі і концентрації електромагнітної енергії в обмежених робочих областях для створення корисних для людини фізичних, хімічних і біологічних ефектів.

Через недосконалостей конструкцій завжди існує витік електромагнітної енергії від перерахованого вище обладнання. Кожен генератор діє як джерело ЕМП, здатних стати причиною шкідливих ефектів, що залежать від рівнів випромінювань потужності. Загальна кількість промислових, наукових і медичних установок, що випромінюють ЕМП, в світі оцінюється в кілька сотень мільйонів, і їх число постійно збільшується на 3...7% в рік.

Електромагнітна енергія випромінюється з обладнання головним чином з кінцевих пристроїв і підходячих до них провідників (наприклад, радіочастотних кабелів). Кількість випромінювань енергії залежить від особливостей конструкції пристроїв і розміщення їх на робочому місці. Випадково випромінені поля є наслідком струмів, що протікають по поверхні обладнання і різних оточуючим проводячим структурам.

Б). Причиною внутрішнього смогу в приміщеннях є паразитарні нашарування на синусоїду струму промислової частоти. Відомо, що в нашій країні використовується дві системи електропостачання: промислова, трифазна (380 В), і освітлювальна, двофазна (220 В). Правила експлуатації, відповідні стандарти вимагають заземлення всіх елементів силової промислової мережі. Для освітлювальної мережі вимога заземлення або занулення поширюється тільки на розподільні пристрої - від підстанцій 0,4 кВ до розподільних коробок. Розетки,

вимикачі, більшість приладів не підлягають цьому заземлення, і вони стають випромінювачами паразитарних струмів, а практично, джерелами електромагнітного смогу [7].

Дані ряду досліджень свідчать, що в даний час найпоширенішими гігієнічно значущими джерелами магнітних полів промислової частоти, що впливають на населення, є незбалансовані струми (струми витоку) систем електропостачання 0,4 кВ. Зазначені системи електропостачання включають в себе електропроводку, електротехнічне обладнання, встановлене в будівлях, в тому числі трансформатори, кабельні лінії, розподільні щити.

Існуюча в нашій країні освітлювальна мережа досі розрахована на «лінійних» споживачів, які не потребують будь-яких особливих пристроїв, відводячи зайву енергію - вона в них не утворюється. До категорії «лінійний споживач» слід віднести пристрої з повільним нагріванням і відносною сталістю споживання енергії: лампові приймачі, електричні плитки, праски і т.ін. З кінця 50-60-х років минулого століття в країні з'являються «імпульсні споживачі» - газорозрядні лампи, комп'ютери, сканери та інша оргтехніка. Цей вид приладів і пристроїв відрізняється тим, що вони споживають електроенергію імпульсами. При цьому кожен імпульс викликає відповідні збурення в самій освітлювальній мережі, що і призводить до паразитарних нашарувань на синусоїду електричного струму.

Наслідком технічного прогресу, підвищення рівня комфортності життя є тенденції різкого збільшення кількості, видів та потужностей побутової техніки.

Спосіб життя цивілізованої людини передбачає, що на дуже обмеженій площі квартири концентрується велика кількість всілякої побутової техніки - від фенів і кавомолок до потужних пральних і посудомийних машин. Побічно про збільшення ЕМП в нашому будинку можна судити по тому факту, що за останні п'ятнадцять років струмові номінали плавких запобіжників і автоматів на вході силової мережі в квартирах збільшилися з 5-6 до 20-25 А (ампер). Це означає збільшення споживаної потужності приблизно в 10-25 разів і, як наслідок, збільшення рівнів ЕМП в квартирах в 5-6 разів [7].

Робота ряду побутових електроприладів створює певні рівні напруженості (табл. 3.1.)

Виміряні рівні напруженості магнітного поля на різних відстанях від різних побутових приладів до людини, мкТс

Прилад	Відстань, см		
	3 см	30 см	100 см
Фен	60-20000	1-70	0,1-3
Електробритва	150-15000	1-90	0,4-3
Телевізор	25-560	0,4-20	0,1-2

Електромагнітне випромінювання найбільш використовуваних побутових приладів наведено на рис. 3.1.

Масова комп'ютеризація виробництва, і побуту привела до того, що велика кількість людей, в тому числі діти, проводять тривалий час біля комп'ютера не тільки як джерела інформації, а й джерела енергетичного забруднення, причому перебуваючи в безпосередній близькості від нього.

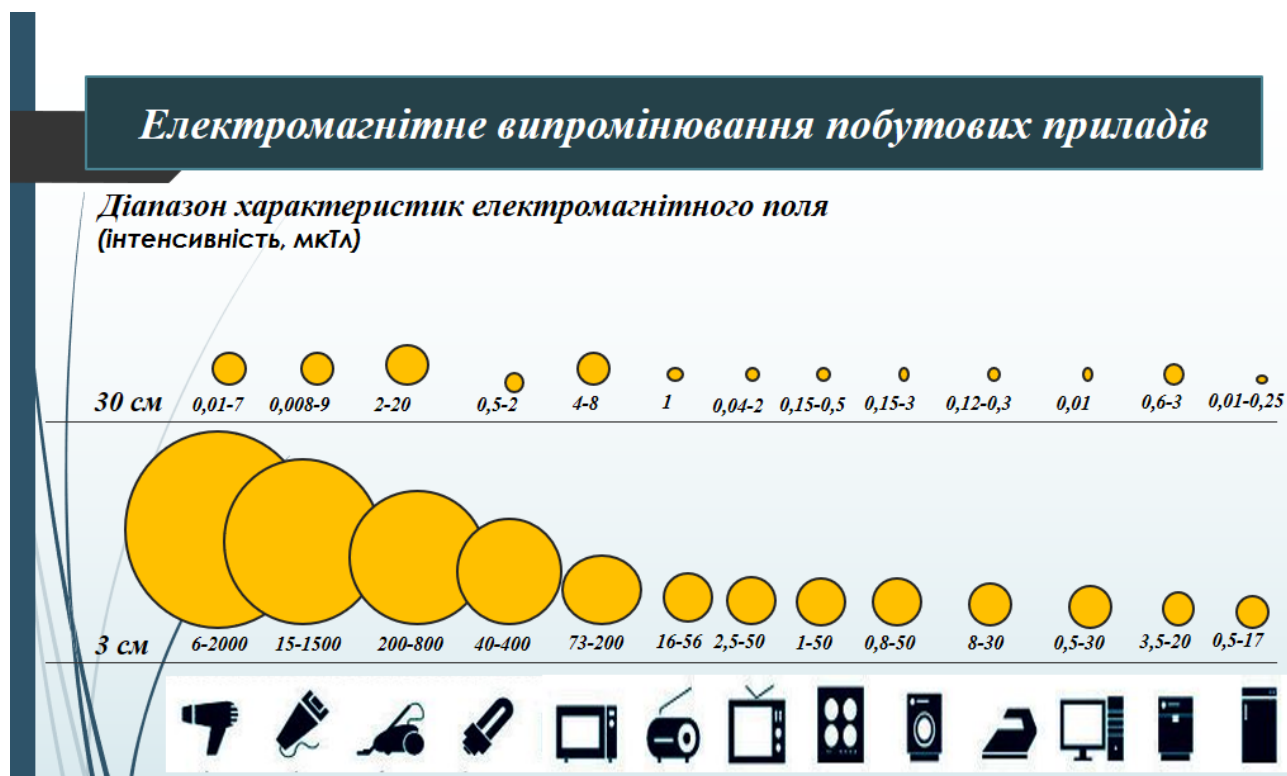


Рис. 3.1 Електромагнітне випромінювання найбільш використовуваних побутових приладів (індукція, мкТл)

Науково встановлено, що особи, які працюють з ЕОМ, більш неспокійні, підозрілі, частіше уникають спілкування, а також недовірливі, дратівливі, схильні до підвищеної самооцінки.

У зв'язку з подібними тенденціями у багатьох країнах даному аспекту приділяється важлива увага. Так, в Японії вжиті найжорсткіші норми роботи з комп'ютерами, особливо для дітей і молоді (по 20 хв 2 рази в тиждень). У віці 20 - 30 років ймовірність захворювань у тих, хто піддався опроміненню, в 5,5 разів вище, ніж у їхніх ровесників, які не працювали з комп'ютером.

У випадках появи у працюючих дискомфорту або неприємних відчуттів адміністрація по нормативним вимогам зобов'язана ввести індивідуальний графік роботи або перевести на роботу, не пов'язану з комп'ютерами. Вагітним жінкам і матерям, які годують груддю, працювати з комп'ютерами категорично заборонено.

Електромагнітний смог від функціональних передавачів відрізняється по джерелу і за дією, основним джерелом є засоби сотового зв'язку - мобільні телефони і базові станції зв'язку (БС).

Більшість людей розцінює сотовий телефон, зручну і необхідну в житті річ, як звичайний, внаслідок недостатньої обізнаності про його негативну біологічну дію.

Потужність випромінювання сучасних мобільних телефонів невелика (1,5 - 2,0 Вт), проте внаслідок інтерференції хвиль при багаторазових відображеннях від стінок резонатора утворюється стояча хвиля з високою амплітудою, яка може генерувати напругу в кілька вольт. Резонатором може бути коливається електромагнітна система, обмежена металевою поверхнею, або поверхнею, яка стикається з електромагнітним середовищем меншої щільності, тобто діелектриком. Крім того, мобільний телефон під час роботи генерує ЕМП не тільки на основних (робочих) частотах. Крім основного сигналу (0,3 - 3 ГГц) мобільний телефон в режимі «дзвінок» і «розмова» генерує змінне електричне поле в діапазоні 5 - 2000 Гц і змінне магнітне поле в діапазоні 5 - 500 Гц [7].

Цікавими представляються результати досліджень, що показують, стабільне зростання індивідуальної навантаження від ЕМВ, незважаючи на вдосконалення самих апаратів і зниження ЩПЕ від них (табл. 3.2).

**Значення індивідуального навантаження від ЕМВ, що створюються
різними моделями телефонів**

Рік	Тип телефону	Стандарт зв'язку	ЩПЕ, мкВт/см	Індивідуальне навантаження, мкВт*ч/см²
1997	Benefon Q	NMT -450	127,03	41,3
	Motorola StarTAC	NMT-450	121,41	42,3
	Siemens S10	AMPS 110	81,8	43,3
2004	Nokia THR 850	900/1800	38,0	76,0
	Siemens S60	900/1800	26,2	60,8
	Ericsson LX700	AMPS/DAMPS	32,9	131,6
2006	Nokia 6300	GSM-900	17,2	92,2
	Samsung SGH-XI	GSM-900	16,2	87,3
	Nokia 6600	GSM-900	20,8	113,6
2012	Samsung Galaxy S	WCDMA	18,1	96,2
	Nokia Asha	WCDMA	17,4	98,1
	HTC One	CDMA	17,8	104,8
2015	Google Nexus 4	WCDMA/LTE	13,7	119,5
	Samsung Galaxy S6	WCDMA/LTE	18,3	128,4
	iPhone 6	WCDMA/LTE	13,2	109,8

Збільшення індивідуального навантаження пов'язане швидше за все із збільшенням часу використання телефону в активному режимі, завдяки зростанню функції, кількості послуг оператора, збільшенню потоку користування контентом, сервісами і т.ін.

Певні ЕМП створюються БС мобільних операторів, хоча залежать вони від потужності, конструкції, новизни передавачів. Так, за статистикою в світі діє 10 004 000 мобільних базових станцій, з них 37 000 знаходиться в Україні і 3000 - в Києві. 1 мобільна станція на 1 км² необхідна для забезпечення якісного зв'язку, а в Україні 75 млн. абонентів мобільного зв'язку.

Характерною рисою електромагнітного забруднення міст стає його багаточастотність і багатофакторність, коли на певну ділянку міської території

впливають кілька джерел випромінювання з різними частотами, інтенсивністю і місцями розташування [7].

Підводячи підсумок викладеного вище, можна констатувати, що в даний час в процесах розвитку випромінюючих електромагнітну енергію технічних засобів, існує три стійкі тенденції, які змушують звертати пильну увагу на питання електромагнітного забруднення:

- Перша - збільшення кількості випромінюючих засобів за рахунок технічного освоєння і більш щільного заповнення частотних діапазонів, розширення мережі радіозв'язку і радіомовлення, збільшення каналів телевізійного мовлення та інших служб.

- Друга - збільшення енергетичних потенціалів технічних засобів шляхом збільшення потужностей приладів і передавачів, збільшення ефективності передавальних антен засобів телекомунікацій та їх територіальної концентрації, особливо в міських умовах.

- Третя - впровадження складної електронної побутової техніки, персональних, портативних комп'ютерів, мобільних пристроїв, що використовують різні стандарти бездротового зв'язку в т.ч. для передачі інформації (Wi-Fi, Wi-Max, 3G, 4G) і інших досягнень нових технологій (рис. 3.2).

В даний час спостерігається погіршення екологічної ситуації по електромагнітному фактору особливо в великих населених пунктах. Це слід пов'язувати, в першу чергу, з переважанням відомчих, чисто комерційних і споживчих підходів до питань використання ЕМП.

Випромінюючі технічні засоби і об'єкти розміщуються на дахах житлових будинків і поблизу зон масового перебування людей без аналізу вже існуючого електромагнітного становища, прогнозування ЕМП розміщуваних засобів. Як правило, для розміщення випромінюючих технічних засобів використовуються одні й ті ж зручні з точки зору масового обслуговування місця установки антен (щогли, вежі, висотні будівлі і т.ін.).

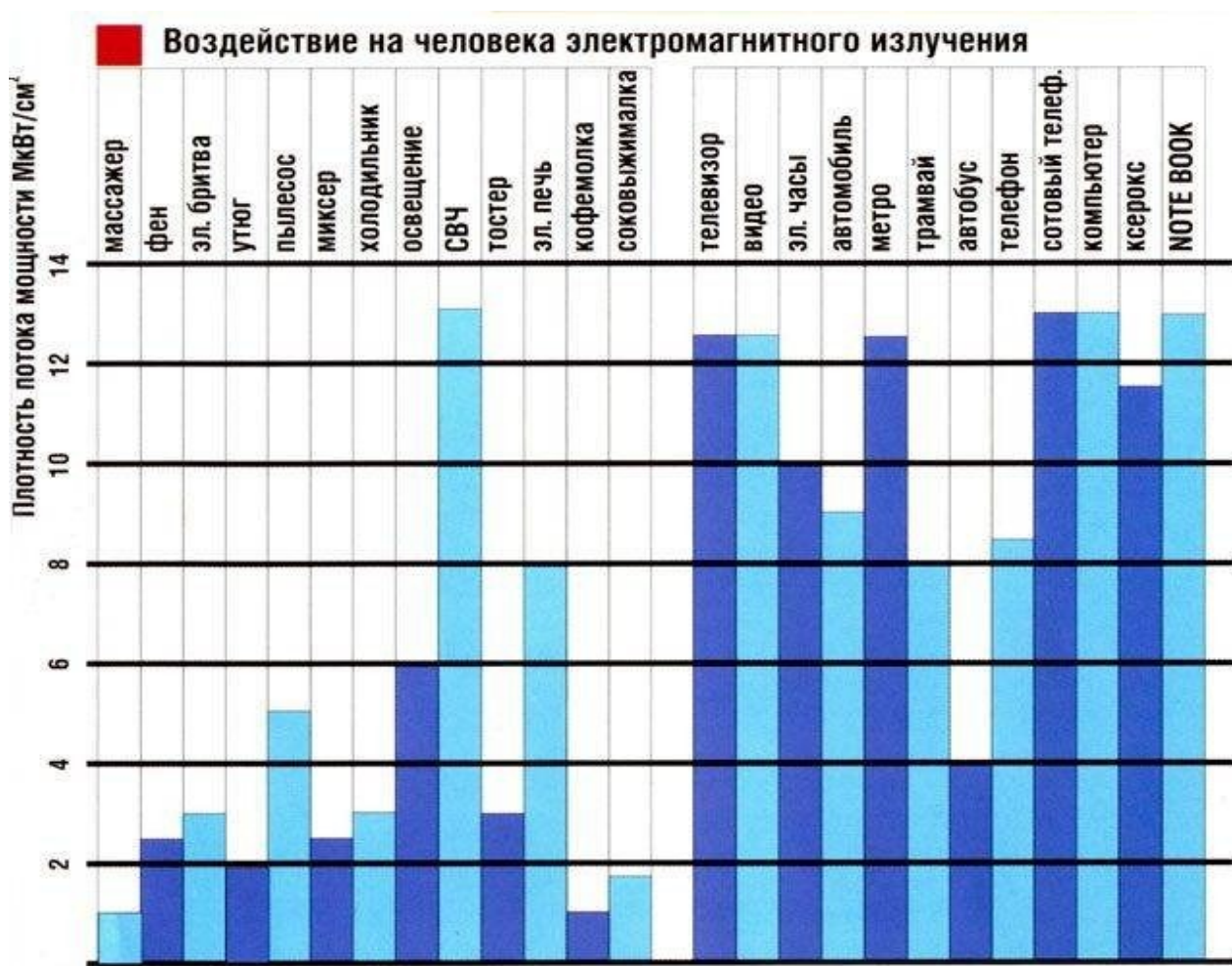


Рис. 3.2 Вплив на людину ЕМВ від різних технічних засобів і техніки

Так, мобільний передавач повинен бути встановлений не нижче 19,7 м, а от по дальності від житлових будівель ніяких обмежень немає [8].

Незважаючи на регламентації та обмеження щодо використання технічних засобів, що випромінюють в навколишнє середовище ЕМП, в комерційних цілях іноді реалізується не сертифікована по гігієнічних параметрах і параметрам електромагнітної сумісності апаратура і т.ін.

Несприятлива ситуація з електромагнітним чинником пов'язана також зі слабкою матеріально-технічною базою екологічного електромагнітного моніторингу навколишнього середовища в Україні.

Так, на жаль, наявна в розпорядженні спеціалізованих підрозділів санепідемнагляду вимірювальна апаратура, часто застаріла, має істотний недолік - її застосуванні в разі многочастотного впливу вельми проблематично.

Проведення достовірних вимірювань стає можливим лише за умови виключення всіх сторонніх джерел за винятком контрольованого, що в межах великого урбанізованого центру практично неможливо.

Таким чином, зростаючий вплив ЕМВ, існуючі проблеми, широке поширення джерел радіочастотних випромінювань, ставить задачу оцінки екологічної захищеності різних екосистем в цілому і їх компонентів в ряд найважливіших пріоритетів.

3.2. Екологічні аспекти «електромагнітного смогу» в сфері сталого споживання

Сучасні аспекти збереження навколишнього природного середовища та покращення якості життя населення включають необхідність впровадження нових та більш жорстких вимог сталого споживання в процесі виробництва та задоволення найважливіших потреб людини. Саме засади сталого розвитку сприяють формуванню культури споживання, що передбачає:

- підвищення рівня обізнаності громадян, особливо молоді та підростаючих поколінь стосовно якісних та екологічних аспектів продукції та послуг;
- розуміння значень різноманітних маркувань продукції товарів та послуг;
- раціонального використання ресурсів у побуті (електроенергії, води, тепла);
- відповідального управління безпечного користування електричними приладами, які формують електромагнітне поле (ЕМП).

Але, нажаль, останнім часом рівень споживання природних ресурсів та забруднення довкілля зростає, що пов'язане перш за все з виробництвом і споживанням продуктів використанням особистого транспорту, будівництвом та житловим господарством (включаючи виробництво будматеріалів, транспортування та споживання енергії, тепла, води). В сукупності ці категорії споживання складають від 70% до 80% від загальних впливів на довкілля та 60% споживчих витрат. У такій ситуації постає завдання не тільки усунути залежності між економічним розвитком і деградацією довкілля але і зменшення ризиків для здоров'я людини і поліпшення якості життя у цілому.

Електромагнітний смог шкідливо впливає не тільки на біосферу. Паразитні ЕМП, що виникають під час роботи електронного обладнання, створюють перешкод

и в роботі інших приладів і агрегатів. Крім того, потужні електромагнітні випромінювачі, можливо, вносять свій вклад в спостережуване сьогодні падіння напруженості і геомагнітного поля і відхилення магнітного полюса Землі.

Всі електричні пристрої розсіює частину що надходить до нього енергії у вигляді електромагнітних полів. Людина з народження змушений жити всередині постійно зростаючого електромагнітного поля. Електромагнітний смог взаємодіє з електромагнітним полем організму людини і частково пригнічує його. В результаті цієї взаємодії власне поле організму спотворюється, знижується імунітет, що призводить до порушень інформаційного і клітинного обміну всередині організму і виникнення різних захворювань. Передбачається, що однією з причин зміни поведінки, зміни структури шкіри, хвороб Паркінсона, Альцгеймера і багатьох інших є постійно зростаючий рівень опромінення електромагнітними полями різних частот.

Дослідження останніх років в даній області, проведені вченими Росії, Японії, Німеччини, США, Ізраїлю, Швеції та Швейцарії показали, що існуючі норми не забезпечують захист населення, так як засновані тільки на дослідженнях процесів нагрівання шкірних покривів людини при впливі ЕМП, а цього вкрай мало. Діючі сьогодні санітарні норми і правила, які обмежують рівні електромагнітних випромінювань, не відповідають знань про небезпеку високочастотних електромагнітних випромінювань, які були отримані вченими всього світу за останній час. При всьому цьому відмовитися від технічного прогресу вже ніяк не можна, значить, треба шукати технічні рішення для охорони здоров'я людини, це єдиний шлях.

Ще одним з можливих варіантів вирішення цієї ситуації може стати стале споживання, що перш за все, включає в себе, використання товарів і послуг, що задовольняють лише основні потреби та підвищують якість життя з найменшою шкодою для довкілля і здоров'я людини. Термін стале споживання та виробництво вперше було використано на Конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку в 1992 році. У 2015 – розвиток цієї моделі було визначено однією з Глобальних цілей сталого розвитку. Але нажаль, в Україні ще мало споживачів розуміють принципи та інструменти сталого споживання.

В глобальних цілях сталого розвитку можна виділити наступне:

- ціль 3 «Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх в будь-якому віці», де зазначено, що для країн, які розвиваються,

першочерговим є раннє попередження, зниження та регулювання національних і глобальних ризиків для здоров'я;

- ціль 9 «Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям» передбачає більш широке застосування чистих та екологічно безпечних технологій і промислових процесів, за участі всіх країн відповідно до їх індивідуальних можливостей;

- ціль 12 «Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва» визначає необхідність звести до мінімуму їх негативний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище різноманітних чинників виробництва та споживання.

Саме «електромагнітний смог», як негативний наслідок нераціонального виробництва, транспортування, а особливо використання благ сучасного комфортного життя стає однією з самих актуальних проблем сучасності. Не зважаючи на те, що електромагнітне поле є первинним природним явищем, що брало безпосередню участь у формуванні і еволюції життя на нашій планеті, людина навчилася створювати електромагнітні поля антропогенного походження, що маючи інші характеристики, ніж геомагнітне поле, що в свою чергу призводить до десинхронізації міжклітинних взаємодій у біологічній системі.

У 1995 році Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я (ВООЗ) офіційно запроваджений термін «глобальне електромагнітне забруднення довкілля». Саме ВООЗ визначила цей фактор як проблему забруднення довкілля в результаті формування електромагнітного поля антропогенного походження чи «електромагнітний смог».

Сучасний «електромагнітний смог» це насичення довкілля, в якому постійно знаходиться людина, техногенними електромагнітними полями, сумарний рівень яких кожні десять років зростає в 10–15 разів.

Сьогодні розрізняють два види «електромагнітного смогу», а саме внутрішній і зовнішній. Розподіл відбувається по відношенню до приміщення, де людина постійно знаходиться (квартира, офіс, транспорт, тощо). Основним чинником внутрішнього смогу є побутова техніка і система електропостачання у стінах приміщення. Зовнішній «електромагнітний смог» це велика кількість зовнішніх потужних джерел електромагнітного поля: електротранспорт (трамваї, тролейбуси,

потяги); лінії електропередач (міського освітлення, високовольтні); супутниковий і стільниковий зв'язок (передаючі антени); телестанції і радіостанції (передаючі антени), радары.

При підвищенні частоти зовнішнього ЕМП електричні властивості живих тканин змінюються: вони втрачають властивості діелектриків і набувають властивостей провідників, до того ж ця зміна відбувається нерівномірно. З подальшим зростанням частоти індукція іонних струмів поступово заміщується поляризацією молекул. Змінне поле викликає нагрівання тканин людини як за рахунок змінної поляризації діелектрика, так і за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного поля.

Дослідження показали, що ЕМП впливають на живі організми вражаючи центральну нервову систему, серцево-судинну, кровоносну системи – основні системи, відповідальні за здоров'я організму. Цей вплив розтягнуто в часі, вибірково, залежить від тривалості впливу ЕМП та вихідного стану організму. Відзначено, що поглинання енергії, що безпосередньо впливає на органи і системи організму, відбувається електричним шляхом, а інформаційний вплив – за рахунок впливу магнітного поля. При цьому порушується зв'язок основних систем організму з космічними ритмами, порушується стійка робота цих систем, адаптаційні процеси, спотворюються сигнали підпорядкування – людина, потрапляючи в екстремальну ситуацію, може не знайти правильного рішення.

Під впливом ЕМП низької інтенсивності у новонароджених організмів страждає пам'ять. Особливу чутливість до ЕМП проявляє імунна система. Є дані, що під впливом мікрохвиль порушуються процеси імунітету, частіше в бік їх пригнічення. У людей, які страждають алергією, може настати стан підвищеної чутливості до електричних і магнітних полів. При знаходженні цих людей поблизу ліній електропередач у них розвиваються патологічні реакції аж до судом і втрати свідомості.

За останні 10 років відбувається зростання випадків захворювань на лейкоз та рак у дітей і дорослих, що пов'язують із професійною діяльністю, з проживанням поблизу ЛЕП, підвищенням інтенсивності магнітних і електромагнітних полів в побутових умовах і житлових приміщеннях

3.3. Правове регулювання забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінення в Україні

Забезпечення екологічної безпеки при поводженні з джерелами електромагнітного випромінювання є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки в цілому.

Право, гарантоване Конституцією України на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди, приділяє особливу увагу до забезпечення умов екологічної безпеки. Згідно ст. 50 Конституції України, з метою забезпечення подібних умов, кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена [22].

Згідно положень Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 26.06.1991 року, охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України [23]. З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров'я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Розгляд ряду статей Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» дозволяє зробити наступні висновки [23]:

- екологічна безпека є таким станом навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей;
- екологічна безпека гарантується громадянам України здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів;

➤ місцеві ради, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вживати необхідних заходів щодо запобігання та недопущення перевищення встановлених рівнів акустичного, електромагнітного, іонізуючого і іншого шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я людини в населених пунктах, рекреаційних і заповідних зонах, а також в місцях масового скупчення і розмноження диких тварин.

Механізм правового забезпечення екологічної безпеки - сукупність державно-правових засобів, спрямованих на регулювання діяльності, здатної посилювати рівень екологічної безпеки, запобігання погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для населення і природних систем, локалізацію проявів небезпеки [24].

Окремої уваги при розгляді нормативно-правової бази в питаннях безпеки при поводженні з джерелами ЕМВ заслуговують проекти Законів України «Про електромагнітну безпеку населення», поданий на розгляд до Верховної Ради України 23.03.2007 року [27] і «Про захист людини від негативного впливу електромагнітного випромінювання базових станцій систем стільникового зв'язку», поданий 12.12.2013 року.

Згідно визначення, встановленого проектом закону, електромагнітна безпека - це комплекс законодавчих, архітектурно - планувальних, санітарно- технічних, технологічних, науково-гігієнічних організаційних заходів (система), спрямованих на створення безпечних для здоров'я людини і його нащадків умов життєдіяльності та попередження можливого виникнення несприятливих наслідків електромагнітного випромінювання на здоров'я людини.

Основною метою системи електромагнітної безпеки є захист населення від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання, встановлення державного контролю за джерелами електромагнітного випромінювання на всіх етапах їх створення (виготовлення, будівництво), реалізації, ввезення з-за кордону і експлуатації, а також організація державного обліку таких об'єктів для своєчасного визначення, розробки та впровадження заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення.

Забезпечення електромагнітної безпеки населення займається, згідно з

проектом Закону, Державний Центр електромагнітної безпеки населення.

Основним завданням цього Центру є [27]:

- здійснення державного контролю за дотриманням законодавства на етапі створення (виготовлення, будівництво, реконструкція і т.п.), ввезення і використання джерел електромагнітного випромінювання;
- облік джерел електромагнітного випромінювання;
- розробка і впровадження заходів, що регулюють рівень електромагнітного випромінювання.

Основні напрямки діяльності Центру:

- здійснення реєстрації підприємств, установ і організацій, об'єкти яких генерують електромагнітні випромінювання, які негативно впливають на здоров'я людини;
- облік джерел електромагнітного випромінювання;
- визначення, розробка та впровадження пріоритетних заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення;
- проведення контролю і оцінки ефективності заходів, спрямованих на забезпечення електромагнітної безпеки населення;
- проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи для запобігання можливого негативного впливу електромагнітного випромінювання, що створюється радіотехнічними об'єктом, на етапі узгодження місця розташування радіотехнічного об'єкту, відведення земельної ділянки під будівництво, проектування, будівництва (реконструкції) і прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта промислового і цивільного призначення;
- проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи нових технологічних процесів, виробничого обладнання, приладів і пристроїв побутового призначення вітчизняного та зарубіжного виробництва, що імпортується в Україну, а також проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи інших об'єктів, що є джерелами електромагнітного випромінювання;
- розробка, складання та узгодження санітарних паспортів на радіотехнічні об'єкти;
- здійснення на договірних умовах нормативно-методичного забезпечення закладів Держсанепідслужби в сфері здійснення поточного та заходи

держсанепіднагляду за джерелами електромагнітного випромінювання;

- проведення на договірних умовах атестації закладів Держсанепідслужби на право проведення експертизи за погодженням місць розташування радіотехнічних об'єктів і складання санітарних паспортів на радіотехнічні об'єкти;
- атестація робочих місць на відповідність умов праці безпечним рівням електромагнітних випромінювань;
- ведення обліку забезпечення Держсанепідслужби апаратурою та обладнанням, аналіз ефективності її використання, розробка пропозицій щодо поліпшення забезпечення і експлуатації наявного обладнання;
- вивчення і впровадження передового досвіду, наукових досягнень, елементів наукової організації праці, оцінка їх ефективності;
- освоєння і впровадження в практику нових методів лабораторного контролю, приладів з контролю фізичних факторів;
- організація і проведення семінарів, нарад, практичних занять з підвищення кваліфікації фахівців з даного розділу діяльності;
- ведення науково-практичних робіт з питань організації та проведення лабораторного контролю фізичних факторів навколишнього середовища.

Згідно даного проекту Закону, громадяни мають право [27]:

- своєчасно отримувати достовірну інформацію про електромагнітну ситуації в країні та її можливий вплив на стан здоров'я;
- оскаржити в Центр дії або бездіяльність посадових осіб державних і недержавних організацій, установ, закладів, а також дії або бездіяльність громадян, які можуть викликати шкідливий вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я;
- отримувати від власників джерел електромагнітних випромінювань документацію, що підтверджує їх безпеку для здоров'я.

Громадяни зобов'язані:

- не використовувати джерела електромагнітних випромінювань способом, що може завдати шкоди власному здоров'ю та здоров'ю інших громадян;
- повідомляти установи Держсанепідслужби і Центр про випадки неправомірного будівництва або реконструкції радіотехнічних об'єктів, а також про їх створення, ввезення з-за кордону і експлуатацію без документації, що

підтверджує їх безпеку для здоров'я населення;

- виконувати вказівки посадових осіб Центру по приведенню у відповідність до вимог чинного законодавства умов створення, ввезення або експлуатації джерел електромагнітних випромінювань.

Власники підприємств, установ та організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання, мають право:

- отримувати інформацію про методичні та нормативно-правові акти, якими керуються фахівці Центру при виконанні своїх посадових обов'язків;
- оскаржити дії або бездіяльність посадових осіб Центру в Кабінет Міністрів України або до суду.

Власники підприємств, установ та організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання, зобов'язані [27]:

- реєструвати в Центрі підприємства, установи та організації, об'єкти яких генерують електромагнітні випромінювання, які негативно впливають на здоров'я людини;

- ставити в Центрі на облік джерела електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки про погодження місця розташування радіотехнічного об'єкту;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки про погодження проектної документації на будівництво або реконструкцію радіотехнічного об'єкту, підприємств, установ і організацій, об'єкти яких є джерелами електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру закладах та установах Держсанепідслужби висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи нових технологічних процесів, виробничого обладнання, приладів і пристроїв побутового призначення вітчизняного та зарубіжного виробництва, що імпортується в країну, а також проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи інших джерел електромагнітного випромінювання;

- отримувати в Центрі або атестованих атестаційною комісією Центру

зкладах та установах Держсанепідслужби санітарні паспорти на радіотехнічні об'єкти;

3.4. Дослідження внутрішнього «електромагнітного смогу» в житловому приміщенні.

3.4.1. Вимірювання електромагнітного поля в житловому приміщенні

Для визначення інтенсивності випромінювання спричиненого електромагнітним полями радіочастотного діапазону нами було обрано житлове приміщення (двокімнатна квартира) середньо статистичних мешканців в урбанізованому середовищі, яким притаманно доступ до різноманітних компонентів сталого споживання. Це, зокрема, квартира за адресою Київська область, Києво-Святошинський район, місто Вишневе, вулиця Європейська 33 (рис 4.1).



Рисунок 4.1 Планування двокімнатної квартир

Вимірювання інтенсивності джерел електромагнітного випромінювання в даної квартири проводилося за допомогою апаратного вимірювання ЕМП вимірювачем густини потоку енергії ПЗ-30, заводський номер №032 в тест точках.

Для візуалізації даних про параметри ЕМП використовували Golden Software Surfer – професійна програма для моделювання та аналізу поверхонь, генерування координатної сітки та розробки карт. Для створення моделі електромагнітного навантаження в межах квартири було виміряно загальний рівень інтенсивності ЕМП та біля кожної розетки окремо (рис. 4.2, табл 4.1).

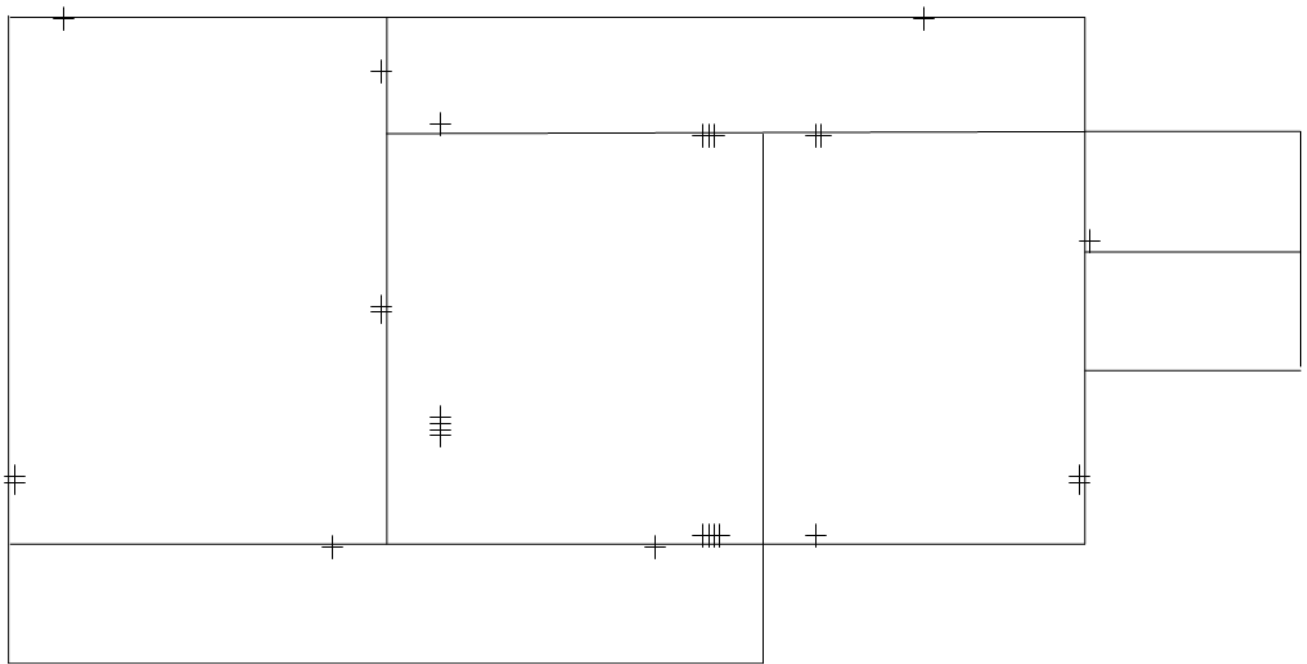


Рисунок 4.2 Розміщення розеток в житловому приміщенні.

Отримані результати показують поверхневий «електромагнітний смог», що за нормативами для жилого приміщення складає $0,2 \text{ мкТл}$ при вимкнених з розетки усіх приладів у розрізі середніх значень даного фактора. Нажаль, наявне перевищення ГДК у 2 рази і складає $0,4 \text{ мкТл}$ (рис. 4.2. та 4.3.).

Чітко спостерігається підвищення інтенсивності ЕМП навколо розеток та найбільшого скупчення електропроводки в стінах, що можна пояснити старою будівлею і відсутністю ізолюючих матеріалів.

Але в той же час потрібно розуміти, що в сучасних умовах перенасичення техносфери людина, навіть в своїй власній квартирі, перебуваю під дією внутрішнього «електромагнітного смогу», що утворюється в наслідок постійної роботи таких приладів повсякденного побуту як холодильник, мікрохвильова піч, телевізор, комп'ютер, праска, зарядні пристрої та багато іншого (Табл 4.2.) .

№ розетки	Інтенсивність ЕМП (мкТл) на відстані 3 см.	№ розетки	Інтенсивність ЕМП (мкТл) на відстані 3 см.
--------------	--	--------------	--

Таблиця 4.1

Інтенсивність ЕМП розеток в житловому приміщенні

1	0,36	15	0,61
2	0,36	16	0,61
3	0,28	17	0,61
4	0,28	18	0,49
5	0,38	19	0,49
6	0,38	20	0,49
7	0,38	21	0,28
8	0,6	22	0,29
9	0,6	23	0,29
10	0,6	24	0,28
11	0,6	25	0,51
12	0,28	26	0,51
13	0,28	27	0,28
14	0,61		

Отримані результати показують поверхневий «електромагнітний смог», при увімкнених майже усіх побутових приладах в усі розетки (Рис 4.4.).

Найбільша напруженість електричної складової ЕМП в розрізі максимальних значень даного параметру ЕМП спостерігається в районі ванної кімнати та кухні. Це можна пояснити великим скупченням побутових приладів з надзвичайно високою інтенсивніс ЕМП що ними продукується. Особливо небезпечими є звичайний фен для волосся, бритва, та пилосос (рис 4,5).

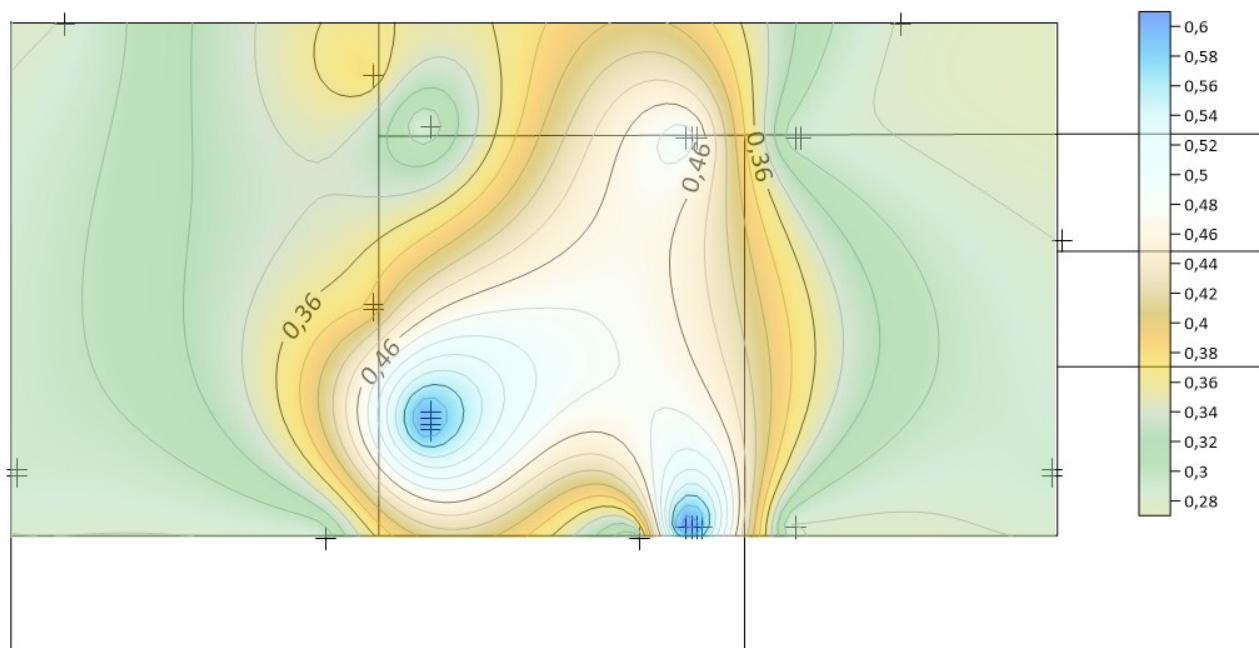


Рисунок 4.3 Середні значення поверхневої густини потоку енергії біля розеток.

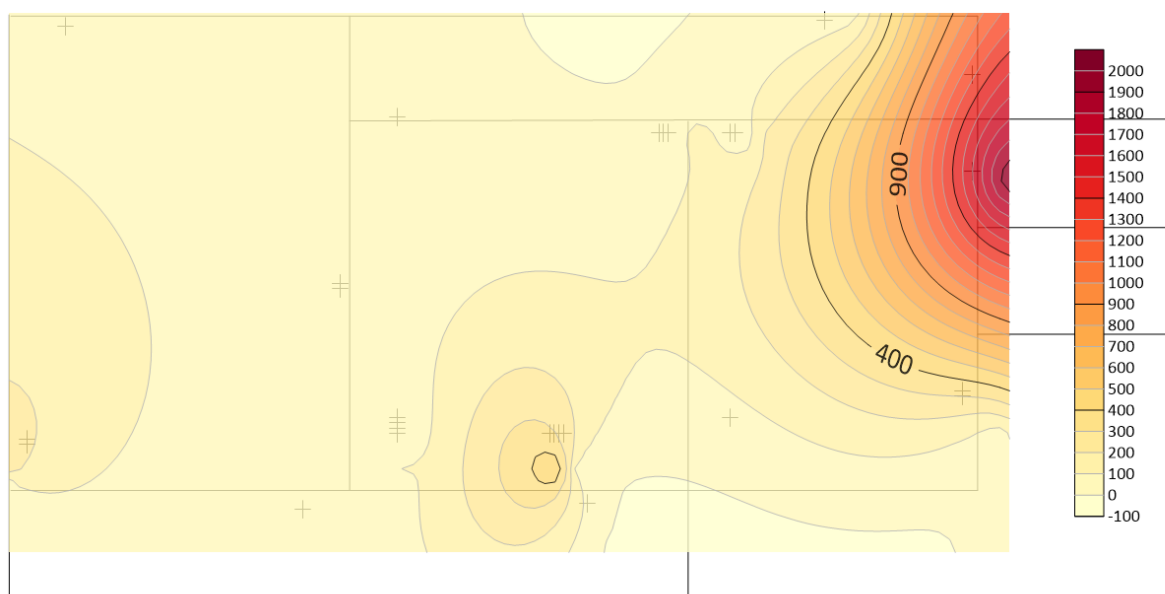


Рисунок 4.4 Максимальні значення поверхневої густини потоку енергії від включених усіх приладів побуту на відстані 3см.

Інтенсивність ЕМП побутових приладів

№ розетки	Назва побутового прилада	Інтенсивність ЕМП (мкТл) на відстані 3 см.	Інтенсивність ЕМП (мкТл) на відстані 30 см.
1	Зарядний пристрій	56	0,42
2	ЛЕД лампа	250	2
3	Зарядний пристрій	56	0,42
4	-	0,28	0,28
5	Телевізор	55	1,83
6	Відеомагнітофон	25	0,64
7	Зарядний пристрій	56	0,42
8	ЛЕД лампа від акваріума	250	2
9	Зарядний пристрій	56	0,42
10	-	0,28	0,28
11	Ноутбук	30	0,44
12	-	0,28	0,28
13	Пилосос	500	2
14	Система підігріву акваріума	200	1,7
15	Система фільтрації акваріума	152	0,44
16	ЛЕД лампа	250	2
17	Переноска	30	0,54
18	Комп'ютер	50	0,9
19	ЛЕД лампа	150	2
20	Принтер	50	1,83
21	Телевізор	58	1,52
22	Мікрохвильова піч	212	8
23	Холодильник	115	9
24	Зарядний пристрій	56	0,42
25	Електричний чайник	163	2
26	Фен	1826	7,1
27	Електрична бритва	928	9,2

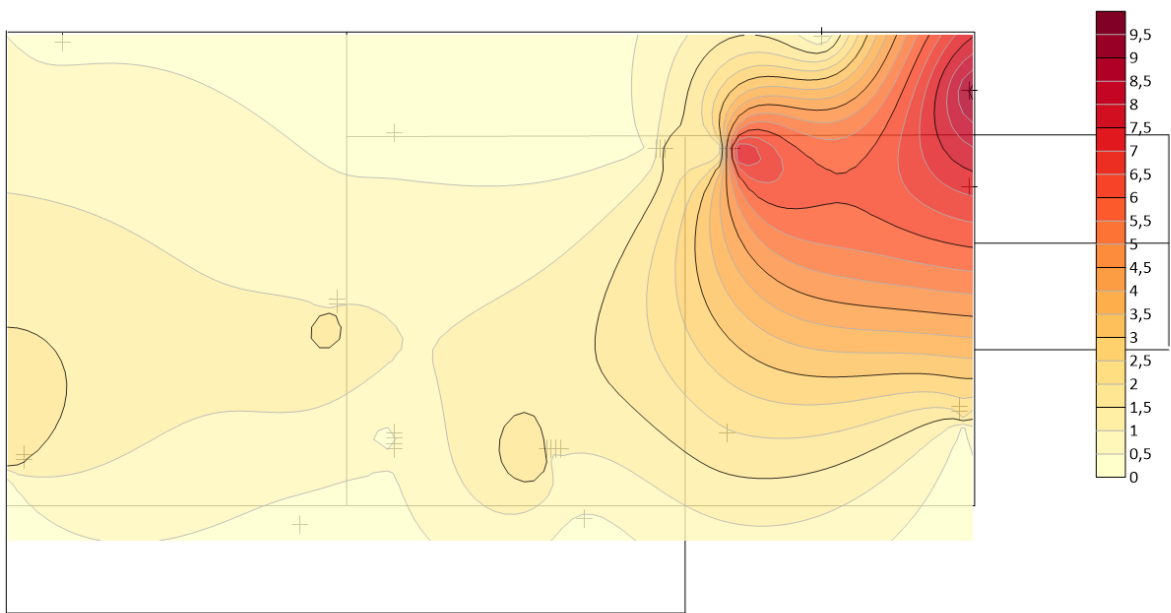


Рисунок 4.5 Максимальні значення поверхневої густини потоку енергії від включених усіх приладів побуту на відстані 30см

3.4.2. Засоби та заходи зниження впливу «електромагнітного смогу» в процесі сталого споживання.

Електромагнітне випромінювання оточує нас практично повсюдно. Багато хто вважає, що електромагнітне випромінювання є тільки лише в електроустановках. Але це далеко не так. Електромагнітне випромінювання переслідує нас всюди: вдома, на роботі, на вулиці. Джерелами електромагнітного випромінювання, крім електричних мереж, є практично вся побутова техніка, в тому числі різні електронні пристрої: теле- і радіоапаратура, мобільні телефони, гаджети і безліч інших електричних приладів.

Навіть на вулицях міста, де, здавалося б, немає електромагнітного випромінювання, джерелами такого є електрифікований транспорт, силові мережі, мережі вуличного освітлення та ін. Розглянемо, який вплив чинять ті чи інші джерела електромагнітного випромінювання на організм людини.

Для початку зазначимо такий параметр, як гранично допустима доза електромагнітного випромінювання для людини - він становить 0,2 мкТл. Тепер

відзначимо середнє значення електромагнітних випромінювань різних електричних приладів і пристроїв, з якими людина стикається в повсякденному житті.

Комп'ютер - невід'ємний елемент в домі кожної родини. У дев'яти будинках з десяти є комп'ютер або інша комп'ютерна техніка (ноутбук, планшет і ін.) Дане чудо техніки є джерелом електромагнітного випромінювання величиною до 100 мкТл. Нескладно порахувати, що людина, перебуваючи в безпосередній близькості до комп'ютера, піддається електромагнітному випромінюванню, яке в 500 разів перевищує допустиме значення.

Практично такий же рівень електромагнітного випромінювання генерується мікрохвильовою піччю. Навіть звичайна настільна лампа є джерелом електромагнітного випромінювання, яке в 4-5 разів перевищує допустиме значення. В даному випадку джерелом випромінювання є провід, що живить лампу.

Також слід зазначити шкідливий вплив мобільних телефонів і інших гаджетів і електронних пристроїв. Електромагнітне випромінювання від даних апаратів досягає 50 мкТл, що в 250 разів перевищує допустиме значення.

Електрифікований транспорт є одним з найбільш сильних джерел електромагнітного випромінювання. Поїздка в трамваї або тролейбусі супроводжується впливом на організм людини електромагнітного випромінювання значенням 150-200 мкТл. При чому, в метро значення електромагнітного випромінювання на порядок вище і воно становить 300 мкТл.

Навіть на відпочинку, де, здавалося б, людина перебуває далеко від джерел електромагнітного випромінювання, але він також піддається електромагнітному випромінюванню. Джерелом електромагнітного випромінювання в даному випадку є високовольтні лінії електропередач, які перетинають навколишню місцевість уздовж і в поперек.

Всі прилади і пристрої, які отримують живлення від електричної мережі, в тій чи іншій мірі є джерелами електромагнітного випромінювання. Виходить, що людина, яка проживає в сучасних умовах, практично завжди піддається електромагнітному випромінюванню. Тому питання захисту організму від впливу електромагнітного випромінювання в наш час є особливо актуальним. Розглянемо основні заходи зниження негативного впливу електромагнітного випромінювання на організм людини.

Один з найбільш ефективних способів захисту від негативного впливу електромагнітного випромінювання є застосування спеціальних приладів, які дозволяють нейтралізувати це випромінювання і максимально мінімізувати її негативний вплив на організм людини. Принцип дії даних приладів заснований на наведенні протидії ЕРС, яка сприяє зниженню негативного впливу на організм людини небажаних електромагнітних випромінювань.

Максимальне скорочення часу перебування в зоні дії електромагнітного випромінювання є одним з найбільш ефективних способів захисту організму від негативного впливу електромагнітного випромінювання. Особливо актуальне це питання для працівників електроенергетичних підприємств, де рівень електромагнітного випромінювання максимальний.

Наприклад, персонал, що обслуговує високовольтну розподільну підстанцію. У розподільних пристроях, як відкритого, так і закритого типу, рівень електромагнітного випромінювання дуже великий. В електроустановках 110 кВ і вище дуже часто рівень електромагнітного випромінювання досягає таких значень, що його негативний вплив на організм людини є дуже сильним.

Перші ознаки з'являються практично відразу: головний біль, слабкість, дратівливість, пригніченість. У таких випадках знаходження людини в зоні дії електромагнітного випромінювання без використання таких спеціальних захисних комплектів (екранують пристроїв) неприпустимо.

При знаходженні обслуговуючого персоналу далеко від високовольтного устаткування, наприклад, на общеподстанційном пункті управління, рівень електромагнітного випромінювання набагато менше, але його значення в сотні разів перевищують допустимі. Це пов'язано з тим, що в даному приміщенні знаходяться безліч джерел електромагнітного випромінювання: комп'ютерна техніка, пристрої захисту та автоматики обладнання, розподільні низьковольтні щитки і ін.

В такому випадку слід, при наявності можливості, робити перерви і виходити з приміщення, тим самим скорочуючи час перебування в зоні електромагнітного випромінювання. Також не зайвим буде використовувати вищезгадані пристрої, які дозволяють мінімізувати негативний вплив електромагнітного випромінювання на організм людини.

Також слід зазначити, що ступінь впливу електромагнітного випромінювання

на організм людини безпосередньо залежить не тільки від часу перебування в зоні його дії, але і від відстані до джерела випромінювання. Тобто в процесі використання того чи іншого електроприладу або електричного пристрою слід по можливості збільшувати відстань до джерела.

Наприклад, при роботі за комп'ютером рекомендується ставити монітор на відстані не ближче 30 см від голови. Те ж саме стосується телевізора і різних гаджетів.

При розмові по мобільному телефону рекомендується використовувати гучний зв'язок або дротову гарнітуру. Якщо мобільний телефон в даний момент не використовується, не потрібно його тримати в кишені, краще покласти його на стіл.

Як правило, в інструкції до електроприладів повинні бути вказані заходи безпеки, зокрема безпечну відстань до даного електроприладу, при якому рівень випромінювання буде мінімальним. Якщо такі дані відсутні, то для своєї ж безпеки краще ці дані уточнити. В інтернеті у вільному доступі є інформація з цього приводу.

Дуже часто, як в побуті, так і на роботі, включені в мережу електроприлади, які в даний момент не використовуються. До таких електроприладів можна віднести зарядні пристрої для мобільних телефонів, аудіо-, відеоапаратуру, телевізор та ін. Відключення даних електроприладів дозволяє значно знизити рівень електромагнітного випромінювання і відповідно ступінь його негативного впливу. Крім того, відключення електроприладів дозволяє знизити загальну кількість споживаної електроенергії.

Як згадувалося вище, високовольтні лінії електропередач є джерелом електромагнітного випромінювання, причому рівень даного випромінювання досить високий, і чим напруга вище, тим рівень випромінювання вище. Отже, необхідно виключити або по можливості скоротити час перебування в зоні дії електромагнітного поля ліній електропередач.

Існує таке поняття, як охоронна зона ліній електропередач - відстань по обидві сторони від проводів ліній електропередач. Розмір охоронної зони ЛЕП варіюється в залежності від класу напруги. Наприклад, охоронна зона ліній електропередач напругою 35 кВ становить 15 м, 110 кВ - 20 м, 330 кВ - 30 м.

В охоронній зоні ліній електропередач ступінь електромагнітного

випромінювання значно перевищує допустимі значення. Тому в даній зоні не рекомендується будівництво житлових будинків і різних споруд. Якщо ви захоплюєтеся садівництвом, то слід відмовитися від ділянки, уздовж якого проходить лінія електропередач. Як правило, на земельній ділянці проводиться значна частина часу, тому ви завжди будете піддаватися надмірному впливу електромагнітного випромінювання від лінії електропередач.

3.5. Висновки до розділу

На сьогодні електромагнітне випромінювання всюди: його створюють побутові електроприлади та офісна техніка, мобільні телефони та бездротовий інтернет. Особливо різко напруженість полів зростає поблизу ліній електропередач, радіо - і телестанцій, в метрополітені. І це не кажучи вже про таке природне і неминуче явище, як магнітні бурі.

Люди, перебуваючи на вулиці, в транспорті, власному помешканні, буквально оповиті проводами. У великих містах техногенний електромагнітний фон давно перевищує допустимі норми в десятки і сотні разів. Це явище отримало назву електромагнітного смогу, і зовсім не так безневинно, як городяни звикли вважати (якщо вони взагалі про це замислюються).

Справа в тому, що електромагнітне випромінювання поступово накопичується в організмі і продовжує руйнувати його навіть після того, як припиниться безпосередньо опромінення зовні.

В результаті протікання певних хімічних реакцій в клітинах виробляється електрику, необхідну для роботи мозку, скорочення серця і життєдіяльності організму в цілому. В результаті навколо людини виникає електромагнітне поле на певних частотах (40-70 ГГц) - або так звану ауру. Вона не тільки є результатом життєдіяльності фізичного тіла, а й до певного рівня захисною оболонкою організму.

Але, на відміну від раковини молюска або яєчної шкаралупи, біополе людини рухоме і схильне до впливів ззовні. Чужорідне електромагнітне опромінення - на тих же частотах, але більш потужний, - спотворює біополе. В результаті порушується проникність клітинних мембран для іонів кальцію. Разом з перекосом

обміну речовин знижується імунітет і страждають найбільш ослаблені ланки організму. Ну а якщо така картина затягується, варто чекати неприємностей побільше.

Почнемо з психіки - адже нервова система починає реагувати на електромагнітне опромінення однією з перших. Перш за все, змінюється поведінка «жертви», оскільки відбувається стимуляція гіпофізно-адреналінової системи, яка супроводжується збільшенням вмісту адреналіну в крові. При тривалому впливі ЕМ-опромінення і викликається їм стрес починають, навпаки, пригнічувати нервову систему: спостерігаються уповільнення реакції, підвищена стомлюваність, погіршення пам'яті, депресивні стани, збільшується кількість самогубств в великих містах і т. Д. Електромагнітний зміг так само призводить до розвитку хвороб Паркінсона і Альцгеймера.

За висновком експертів Всесвітньої Організації Охорони здоров'я, результатом тривалого впливу електромагнітних полів, навіть відносно слабкого рівня, що доведено проведеними в ряді країн дослідженнями, можуть бути ракові захворювання, а так само синдром раптової смерті зовні здорової людини (частіше це спостерігається в метро, електричках або поблизу потужних електросилових установок).

У його ході дослідницького проекту «Reflex», проведеного 12 науковими групами з 7 європейських країн при фінансуванні Європейського Союзу, вивчалася дія випромінювань мобільних телефонів на клітини людини і тварин. Згідно зі звітом, мобільні телефони ушкоджують ДНК. Це призводить не тільки в розвитку різних захворювань, але і перешкоджає передачі здорової генетичної інформації потомству.

Особливий момент - пригнічення статеві функції, зміни в статевих органах і зниження сексуальної активності. Для опромінених дорослих тварин характерно зменшення числа народжуваності потомства, - до речі, менше життєздатного (аномалії розвитку і потворності, відставання у вазі, порушення функції вищих відділів центральної нервової системи). Тому вагітним жінкам і годуючим грудьми матерям ні в якому разі не можна працювати на комп'ютерах і користуватися мобільними телефонами. Правда, у більшості людей це розумне вимога викликає лише сміх або здивування.

Дитячий організм відрізняється від дорослого великим співвідношенням величини голови і тіла, більш тонкими кістками черепа, підвищеним вмістом води - і, отже, більшу провідність мозкової речовини. В результаті випромінювання проникає глибше в ті відділи мозку, які у дорослих, як правило, не опромінюються. Те ж саме можна сказати про інших органах і тканинах дитячого організму, поки дитині не виповниться хоча б 16 років.

Перспективи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з техногенними джерелами електромагнітного випромінювання визначаються програмними і практичними заходами щодо захисту від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання. Одним з пріоритетних питань є прогнозування ситуації з використанням технологій, які застосовують ЕМВ, для загальної оцінки небезпеки забруднення довкілля.

Програмні заходи щодо зниження електромагнітної небезпеки ґрунтуються на цілій низці об'єктивних положень і позицій фізичного, конструктивного і планувального характеру, які здійснюються в межах території проживання. До практичних заходів щодо зниження електромагнітної небезпеки слід віднести: архітектурно-планувальні, інженерно-технічні, організаційні. Практичні заходи, що сприяють індивідуальному захисту суб'єктів від ЕМВ, безпосередньо пов'язані з часом перебування людини під впливом електромагнітного випромінювання, відстанями між джерелом і суб'єктом впливу, а також предметами життєвої необхідності (одяг, взуття і т. п.). В цілому, зменшення впливу ЕМВ на організм, зниження рівнів електромагнітного забруднення пов'язане з дотриманням і виконанням ряду заходів фізичного, конструктивного і планувального характеру, які здійснюються в межах території проживання. Загальні практичні заходи щодо захисту від ЕМВ можна звести до кількох основних правил:

- Зменшити вплив ЕМВ, можливо збільшуючи індивідуальну відстань до випромінювання.
- Якщо не можна уникнути впливу ЕМВ, необхідно спробувати його максимально обмежити.
- Якщо немає дійсної необхідності у включенні приладу - необхідно його вимкнути (або не включати).

Особливо це стосується груп високого ризику серед населення. До груп високого ризику відносяться:

1) Група Високого ризику - отримуючи одні і ті ж дози ЕМ опромінення, деякі люди з більшою ймовірністю будуть страждати від його наслідків ніж інші, через біологічні особливості їх організмів (діти; вагітні жінки, люди, які дотримуються дієт; люди, які страждають від хронічних дегенеративних захворювань).

2) Група Високого ризику - до неї входять люди, які з більшою ймовірністю будуть схильні до ЕМ випромінювання ніж інші, через специфіку своєї професії або умов роботи (робочі; активні користувачі побутової електроніки; люди, які живуть недалеко від високовольтних ліній електропередач). Перераховані заходи є недостатніми і повністю радикальними, що знімають проблему електромагнітного «забруднення» та захисту здоров'я людини. Рішення проблеми електромагнітного забруднення довілля є комплексним завданням, яка зачіпає соціальні, економічні і навіть політичні інтереси різних відомств і промислових корпорацій, потребує координації науково-дослідних робіт і проектів. Тенденція розвитку і збільшення використаних технологій із застосуванням ЕМВ передбачає одночасний розвиток розробок нових і ефективних захисних заходів, основою яких є безпека людини і екосистем. Головним в концепції безпеки екологічного середовища від впливу ЕМВ є встановлення об'єктивних гранично допустимих нормативних значень їх інтенсивності для збереження стійкості організму і стабільності екосистем.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [38].

Охорона праці спрямована на створення безпечних і здорових (нешкідливих) умов праці для кожного із працюючих. Таким чином, безпечні і здорові умови праці - це такі умови, при яких виключений вплив на працюючих небезпечного і шкідливого виробничого факторів [40].

Робоче місце інженера знаходиться в приміщенні заводу, що має розміри 9х3х3,3 метри (довжина, ширина, висота), площу 27 м² та об'єм 89,1 м³. Об'єм робочого місця на одного працівника 17,8 м³, площа - 5,4 м², висота - 3,3 м, що відповідає нормативним вимогам до розмірів виробничих приміщень, згідно яких об'єм виробничих приміщень повинен бути не менше 15 м³, площа - 4,5 м², висота 3,2 м відповідно на кожного працівника.

4.1. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Для осіб, що займаються виготовленням, експлуатацією, обслуговуванням та ремонтом обладнання, при роботі якого виникають постійні магнітні поля та електромагнітні випромінювання в діапазоні частот від 50,0 Гц до 300,0 ГГц (згідно ДСНіП 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів), ГОСТ 12.1.006-84 “Електромагнітні поля радіочастот” а також ДСП-239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від

впливу ЕМВ» та СН №1742-77 “Гранично допустимий рівень впливу постійних магнітних полів” виділяють наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- Електромагнітне випромінювання в діапазоні 30 кГц – 300 МГц є: загальна слабкість, підвищена втома, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З’являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухові реакції.

- При інтенсивності випромінювань близько 20 мВт/см² реєструється зменшення частоти пульсу, знижується артеріальний тиск. Така реакція сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

- При інтенсивності 6 мВт/см² з’являються зміни у статевих залозах, у складі крові, відбувається помутніння кришталика ока. В подальшому – зміни у здатності крові зсідатися, в умовно-рефлекторній діяльності, вплив на клітини печінки, зміни у корі головного мозку. Потім – підвищення кров’яного тиску, розрив капілярів та крововиливи у легені та печінку.

- Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см² викликають стійкі гіпотонію та зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини організму, викликає больові відчуття.

- Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см², це спричинює дуже швидко втрату зору, як один із серйозних ефектів дії НВЧ на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для НВЧ діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

4.2. Розрахунок коефіцієнтів поглинання екрануючих матеріалів

Для розрахунків електромагнітних екранів найчастіше використовується заміна реальної конструкції на плоскопаралельну. Розрахунок плоскопаралельного екрана визначається як відношення тангенціальних складових електричного і магнітного полів. Коефіцієнт проходження через шар екрана являє собою ефективність екранування, так як дорівнює відношенню амплітуд хвилі, що

пройшла, і хвилі, що падає на екран. Якщо середовищем по обидва боки екрана є вакуум, то коефіцієнт проходження D має вигляд, [18] (4.1)

$$D = \frac{4 * Z_m}{(1 + Z_m)^2 * e^{-i\lambda d} - (1 + Z_m)^2 * e^{i\lambda d}}, \quad (4.1)$$

$$Z_m = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \quad (4.2)$$

де D – коефіцієнт проходження хвилі;

d – товщина екрана, м;

μ – магнітна проникливість матеріалу;

ε – діелектрична проникливість матеріалу;

λ – довжина хвилі у вільному просторі, м.

У загальному випадку – при комплексних діелектричній і магнітній проникливості матеріалу – теоретичний аналіз наведеного виразу є важким, тому використовується розрахунок ефективності екранування за поглинанням і відбиттям падаючої хвилі екраном.

$$S = \frac{1}{ch(k_M * d)} + \frac{1}{1 + \frac{1}{2} * \frac{Z_D}{Z_M} * th(k_M * d)} \quad (4.3)$$

$$k_M = \sqrt{j\omega\mu\gamma} \quad (4.4)$$

$$Z_D = j\omega\mu_D \frac{1}{2} \quad (4.5)$$

$$Z_M = \sqrt{\frac{j\omega\mu_M}{\gamma}} \quad (4.6)$$

Коефіцієнт ефективності екранування визначається за формулою, [43] (4.3)

де S коефіцієнт екранування, дБ;

k_m – коефіцієнт розповсюдження в металі, 1/м;

d – товщина екрана, м;

Z_D – хвильовий опір діелектрика, Ом;

Z_m – хвильовий опір металу, Ом;

l – відстань між стінками екрана, м.

Вираз (4.3) складається з двох частин (4.7):

$$S = S_B + S_{\Pi}, \quad (4.7)$$

$$\text{Де } S_B = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{Z_D}{Z_m} \cdot \text{th}(k_m \cdot d)} - \text{екранування відбиття, дБ} \quad (4.8)$$

$$S_{\Pi} = \frac{1}{ch(k_m \cdot d)} - \text{екранування поглинанням, дБ.} \quad (4.9)$$

По мірі проникнення вглиб провідникового середовища відбувається ефект зменшення амплітуди електромагнітного випромінювання, що називається скін-ефектом. Об'ємна щільність струму максимальна біля поверхні провідника, по мірі віддалення від поверхні вона зменшується і на глибині Δ стає меншою в e раз. Практично весь струм зосереджується в шарі товщиною Δ , яка називається товщиною скін-шару (1.10):

$$\Delta = 503 * \sqrt{\frac{\rho}{\mu * f}} \quad (4.10)$$

де Δ - товщина скін-шару, м; ρ – питомий опір, Ом·м;

μ - магнітна проникливість матеріалу;

f – частота, Гц.

В табл. 5.1 приведені базові характеристики основних екрануючих матеріалів, [44], в табл. 5.2 приведені розраховані значення товщини скін-шару матеріалів на різних частотах.

Таблиця 4.1

Магнітна проникливість і питомий опір екрануючих матеріалів

Матеріал	μ	γ , См/м
Мідь	1	$5,95 \cdot 10^7$
Сталь електротехнічна	4000	$2,5 \cdot 10^6$
Алюміній	1	$3,7 \cdot 10^7$
Залізо	1400	$1 \cdot 10^7$
Нікель	1120	$1,15 \cdot 10^7$
Пермалой	10000	$5 \cdot 10^6$

Магнітна проникливість заліза сильно залежить від ступеня чистоти і механічної обробки. Залізо найвищого ступеня чистоти має значення $\mu \approx 1400$.

Таблиця 4.2

Товщина скін-шару Δ , мкм екрануючих матеріалів

Матеріал	Частота, Гц			
	100	10^3	10^4	10^5
Мідь	6600	2090	660	209
Сталь електротехнічна	851	269	85,1	26,9
Алюміній	8270	2620	827	262
Залізо	560	189	63,1	18,7
Нікель	542	150	54,3	16,2
Пермалой	392	112	34,8	10,2

Коефіцієнти ефективності екранування екрануючих матеріалів розраховані для низьких частот в діапазоні 100 Гц – 90 кГц. Розрахунки проведені за допомогою програмного продукту MathCAD.

Приведено розрахунок коефіцієнта екранування поглинанням для міді при частоті випромінювань $f = 100$ Гц, товщині шару $d = 6,6$ мм:

$$S_{\pi} = \frac{1}{ch(\sqrt{2\pi * 100 * 1 * 5,95 * 10^7 * 6,6 * 10^{-3}})} = 3,5$$

Результати розрахунків S_{π} при $f = 100$ Гц для екрануючих матеріалів представлені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Коефіцієнти ефективності екранування поглинанням для екрануючих матеріалів при $f = 100$ Гц

Матеріал	S_{π} , дБ
Мідь	3,5
Сталь	11,7
Алюміній	2,6
Залізо	13,8
Нікель	15,7
Пермалой	31,6

Приведено розрахунок коефіцієнта екранування поглинанням для сталі електротехнічної при частоті випромінювань $f = 500$ Гц:

$$S_{\pi} = \frac{1}{ch(\sqrt{2\pi * 500 * 4000 * 2,5 * 10^6 * 10^{-3}})} = 17,4$$

Результати розрахунків S_{π} при $f = 500$ Гц для екрануючих матеріалів представлені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Коефіцієнти ефективності екранування поглинанням для екрануючих матеріалів при $f = 500$ Гц

Матеріал	S_{π} , дБ
Мідь	7,2
Сталь	17,4
Алюміній	5,4

Залізо	18,2
Нікель	19
Пермалой	33,45

4.3. Порівняльна оцінка екрануючих характеристик основних екрануючих матеріалів

Для графічного аналізу проведених розрахунків побудовано залежності коефіцієнтів ефективності екранування екрануючих матеріалів від частоти електромагнітного випромінювання (рис. 5.3).

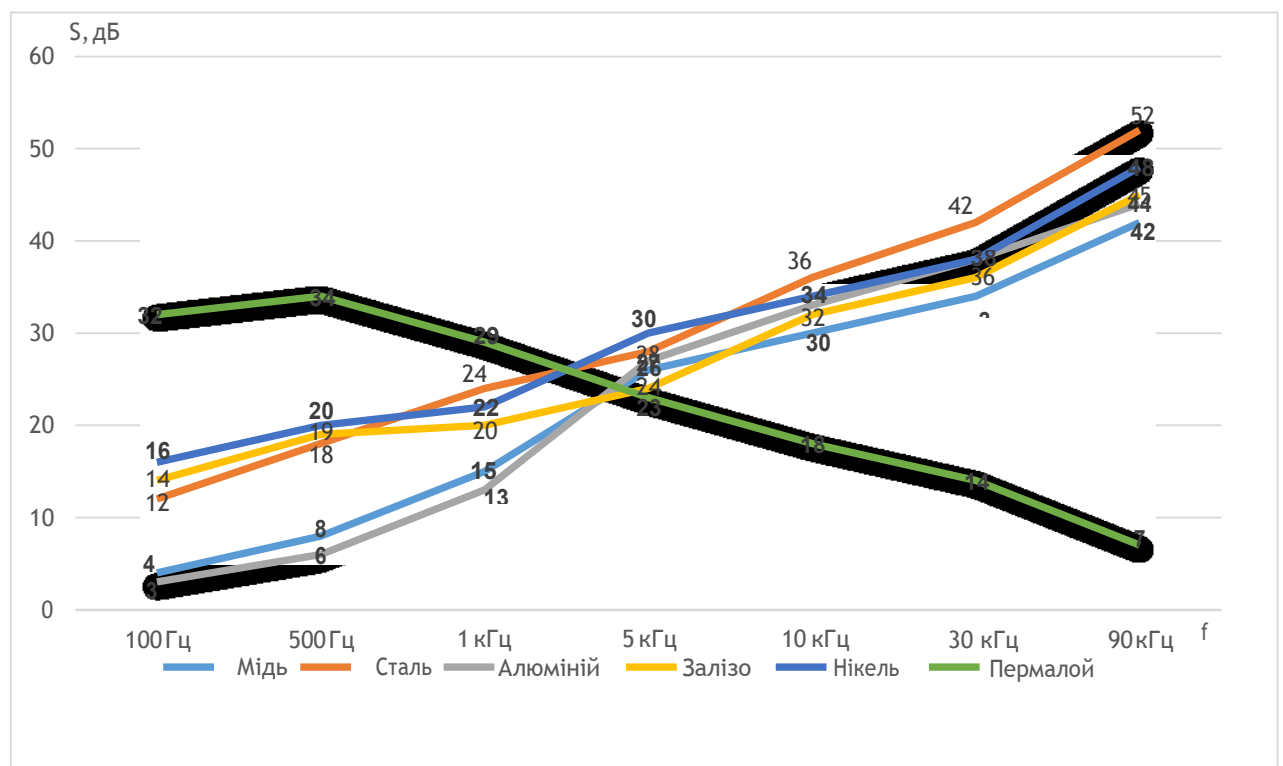


Рисунок 4.3 Графіки залежності коефіцієнтів ефективності екранування екрануючих матеріалів від частоти електромагнітного випромінювання

На графіках залежності коефіцієнту ефективності екранування від частоти електромагнітного випромінювання наочно видно, що на частотах до 1 кГц найвищим показником екранування володіє пермалой і становить 28...32 дБ, але на частотах більше 1 кГц його коефіцієнт екранування різко знижується на 11...20 дБ. На частотах 3 кГц – 9 кГц найвищий коефіцієнт екранування має нікель, він

становить 30...50 дБ. На частотах вище 10 кГц

найвищий коефіцієнт ефективності екранування має сталь електротехнічна – 30...50 дБ.

Перспективним напрямом для ефективного екранування низькочастотної магнітної складової електромагнітного поля є використання магнітом'яких феритів - це хімічні сполуки оксиду заліза Fe_2O_3 з оксидами інших металів.

Магнітом'які ферити в основному застосовуються в промисловості, [45], зокрема при виготовленні магнітопроводів, що працюють в слабких і сильних магнітних полях; магнітних підсилювачів, сердечників трансформаторів, котушок індуктивності, статорів і роторів двигунів, термомагнітних компенсаторів і т.д.

На даний момент проводяться дослідження їх властивостей і характеристик для промислових цілей. Залежно від складу і змісту металів в феритових сплавах, можна отримати ферит з різними значеннями магнітної проникливості і питомої провідності. У промисловості використовують найбільш просту технологію, яка полягає в спіканні оксидів при підвищеній температурі: в підготовлений феритовий порошок, що складається з обпалених оксидів різних металів, тонко подрібнених і ретельно перемішаних, додають пластифікатор (зазвичай розчин полівінілового спирту), з отриманої маси під великим тиском пресують вироби необхідної форми і обпалюють їх при температурі 1100 – 1400 °С. У процесі випалу і формується ферит, що представляє собою твердий розчин оксидів, [46].

Особливий інтерес представляють складні ферити, які отримують в результаті поєднання феромагнітних і неферомагнітних матеріалів (наприклад, ZnO з Fe_2O_3 і NiO з Fe_2O_3). При цьому істотно поліпшуються магнітні властивості, що пояснюється значним зниженням точки Кюрі до температур, які мало перевищують робочу температуру виробів, а поблизу точки Кюрі магнітна проникливість феромагнітного матеріалу різко зростає, [47].

Ферити володіють високим питомим електричним опором (в $10^4 - 10^{12}$ разів більше, ніж метали), що призводить до малих втрат на вихрові струми.

Одними з таких сплавів є нікель-цинкові і марганець-цинкові ферити. Вони являють собою тверді розчини заміщення, утворені простими феритами NiFeO_4 і MnFe_2O_4 , що є феромагнетиками з немагнітним ZnFe_2O_4 . Зазначені ферити мають високі показники магнітної проникності і питомого опору, [48].

Для низькочастотних марганець-цинкових феритів базова магнітна проникливість становить від 2000 і більше.

Запропоновано використовувати ферит НМ 7500 (низькочастотний ферит на основі марганець-цинкового сплаву з магнітною проникливістю $\mu=7500$) та НН 3000 (низькочастотний ферит на основі нікель-цинкового сплаву з магнітною проникливістю $\mu=3000$) в якості екрануючих матеріалів для підвищення ефективності екранування магнітної складової побічного електромагнітного випромінювання.

Перевагою обраних сплавів є те, що їхня магнітна проникність майже не змінюється із збільшенням частоти випромінювань [49], а великі значення магнітної проникливості і питомого опору дозволяють отримати високий коефіцієнт ефективності екранування.

Висновки

Таким чином, аналіз правових та нормативних актів з питань охорони здоров'я і навколишнього середовища, наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених дає підстави констатувати наступне:

1. Доведено, що існування людини залежить від певних еколого-економічних та демографічних умов і саме стрімко зростаюче електромагнітне навантаження

стає одним із найбільш суттєвих чинників впливу на довкілля, який потребує не тільки ретельного вивчення та пильної уваги всієї наукової спільноти, постійного удосконалення вже прийнятих та активного створення нових науково-методичних підходів і практичних рекомендацій.

2. Зафіксовано, що при збільшенні навантаження ЕМП на населення, створюваного в умовах урбаністичного середовища різними випромінюючими засобами відбувається зростання рівня загальної захворюваності населення і розповсюдження хвороб органів дихання; чиниться суттєвий вплив на функціональний стан центральної нервової, серцево-судинної, ендокринної систем організму; зафіксовано розлади в емоційній сфері, порушення пам'яті, підвищення стомлюваності і зниження імунітету, а в ряді досліджень відзначається суттєвий вплив на ризик виникнення злоякісних пухлин та акцентується увага на можливості існування зв'язку між дією електромагнітного випромінювання і розвитком хвороби Альцгеймера. У світовій спільноті продовжуються наукові дослідження по вивченню медико-біологічних наслідків дії електромагнітних випромінювань, їх канцеро- та катарактогенних властивостей, встановленню закономірностей у взаємовідносинах довкілля та здоров'я відносно ЕМВ.

3. Показано, що як вітчизняними, так і науковцями з інших країн світу розроблено ряд документів, які дають змогу контролювати та оцінювати санітарно-гігієнічний стан електромагнітної обстановки в населених місцях; методів оцінювання еколого-економічного збитку від забруднення довкілля та методичних рекомендацій до економічного оцінювання ризиків дня здоров'я населення.

4. Існує актуальна необхідність у еколого-економічному оцінюванні наслідків впливу електромагнітних полів на здоров'я людей, що допоможе при плануванні заходів щодо захисту населення від негативної дії ЕМВ, проведенню санітарно-гігієнічної паспортизації джерел ЕМВ, запобіганню деградації довкілля, зробить важливий внесок у забезпечення сталого розвитку країни.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Меркулов А.В. Электромагнитная безопасность человека./: справ, изд. М., 2010.
2. Шредингер Э. Лекции по физике. «Регулярная и хаотическая динамика», 2011, 160 с.
3. Дубров А. П. Биологическая геофизика. Поля, Земля. Человек и Космос. «Фолиум», 2009.

4. Братков В. В. Геоэкология: учеб. пособие.: Высш.шк., 2006.
5. Рудник В. А. Зоны геологической неоднородности земной коры и их воздействия на среду обитания Вестник РАН. 1996. № 8, С. 713-719.
6. Косов А. А., Барабанов А. А., Ярославцев Н. А. Роль электромагнитных полей и излучений в системе обеспечения безопасности человека Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. №1.
7. Котлов В. Ф. Изучение импульсного электромагнитного поля на территории городов. Екатеринбург, 2001.
8. Дунаев В. Н. Электромагнитные излучения и риск популяционному здоровью при использовании средств сотовой связи Гигиена и санитария. 2007. № 6.
9. Косов А. А., Ярославцев Н. А., Приходько С. В., Ларионов Ю. С. Электромагнитные излучения в биологии. Труды IV международной конференции. Калуга, Россия, 21-23 октября 2008. Калуга: Изд-во КГПУ им. К. Э. Циолковского, 2008. С. 178-184.
10. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы УФН, 2003, Т. 173, № 3.- С. 265 - 300.
11. Александров В.В. и др. НИР по теме Влияние эл.магн.излучения на биологические объекты - части I и II // Александров В.В. и др./ 2003
12. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы Т.173.-№ 3.- С.265 – 300.
13. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. Новосибирск: Наука, 1981.
14. Бурлаков А. Б., Падалка С. М., Супруненко Е. А. Влияние внешних электромагнитных воздействий на процессы самоорганизации сложных биологических систем Материалы конференции «Этика и наука будущего». Ежегодник «Дельфис 2003». М., 2003. С. 252-255.
15. Анищенко В.С., Нейман А.Б., Мосс Ф., Шиманский-Гайер Л. Стохастический резонанс как индуцированный шумом эффект увеличения степени порядка УФН, 1999. т. 169. № 1.- С. 7 - 38.
16. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М.: Наука. 1990, 312 с.

17. Эффекты нетеплового воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты / Сб. статей под ред. Н.Д. Девяткова.- М.: ИРЭ АН СССР, 1983, С. 3 - 6.
18. А.Ф. Королев, С.С. Кротов, Н.Н. Сысоев, П.В. Лебедев-Степанов Влияние электромагнитных полей на теплофизические и термодинамические свойства диэлектрических жидкостей // А.Ф. Королев, С.С. Кротов, Н.Н. Сысоев, П.В. Лебедев-Степанов / Биомедицинская радиоэлектроника, 2000, № 10, С.- 21 - 28.
19. Муратов Е.И. Электрические и магнитные поля сверхнизкой частоты и их роль в развитии новообразований // Муратов Е.И. / Вопросы онкологии.-1996.- Т.42.- № 5.-С.13.
20. Гридин В. И., Гак Е. 3. Физико-геологическое моделирование природных явлений. // Гридин В. И., Гак Е. 3./ М.: Наука, 1994.
21. Шадрина А. В., Колясников В. А. Формирование системы комплексного обеспечения безопасности в градостроительстве // Шадрина А. В., Колясников В. А. / Академический вестник УралНИИпроекта РААСН. 2009. № 2. С. 12-15.
22. Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254> (дата звернення 21.11.2019)
23. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.1991 р. № 1264-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення 21.11.2019)
24. Екологічне право України. Академічний курс: Підручник / За заг. ред. Ю.С. Шемшученка / - К.: ТОВ "Видавництво "Юридична думка", 2005.- 848 с
25. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення 21.11.2019)
26. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ // База даних «Законодавство України»/ ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення 21.11.2019)
27. Про електромагнітну безпеку населення: проект Закону України (проект

внесено на розгляд 23.03.2007 р. №3230) // База даних «Законодавство України» / ВР України.

28. Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. ДСП-239-96: Наказ МОЗ від 01.08.1996 р. №239 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення 21.11.2019)

29. ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». Навчальні матеріали онлайн. Дата оновлення 12.02.2017 URL: https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6336/ (дата звернення 21.11.2019)

30. ГОСТ 12.1.002-84 «Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах». Навчальні матеріали онлайн. Дата оновлення 21.11.2019.

31. Муратов Е.И., Забежинский М.А., Попович И.Г., Арутюнян А.А. Влияние воздействия излучений, генерируемых видеотерминалом персонального компьютера, на уровень свободно-радикальных процессов, репродуктивную функцию и развитие опухолей у животных // Муратов Е.И., Забежинский М.А., Попович И.Г., Арутюнян А.А. / Тезисы докладов четвертой научно-технической конференции “Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов”.- 1996.- С.506-512.

32. Каганов М.И., Васильев А.Н. Электромагнитно-акустическое преобразование - результат действия поверхностной силы. // Каганов М.И., Васильев А.Н. / УФН, 1993, Т. 163, № 10, С.- 67 - 80.

33. Кучерявий В. П. Урбоекологія / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2001. – 440 с.

34. Лабій Ю. М. Поняття про формування біогеоценозів у залежності від процесів у надрах планети як важлива частка знань при викладанні екології / Ю. М. Лабій, І. І. Мердух, Т. Ю. Крупчук. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. – 2012. – № 2 (6). – С. 115–119.

35. Мельник Л. Г. Социально-экономический потенциал устойчивого развития. Учебник / Л. Г. Мельник, Л. Хенс. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2007. – 1120 с.
36. Мельник Т. Природно-техногенна небезпека : сутність, поняття та особливості трактування / Т. Мельник, Н. Мельник // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2014. – Випуск 45. – С. 99–105.
37. Міщенко Л. В. Геоекологічне районування : наукова монографія за редакцією О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. – 408 с.
38. Міщенко Л. В. Екологічний аудит сучасної екологічної ситуації території міста Івано-Франківська / Л. В. Міщенко // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2012. – № 38. – С. 126–131.
39. Назарук М. М. Конструктивно-географічні основи розвитку і функціонування соціально-екологічних систем великого міста : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геогр. наук : спец. 11.00.11 «конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів» / Назарук М. М. – Львів, 2010 – 32 с.
40. Патент 76173 Україна, МПК А61В 5/02; А61В 10/00. Спосіб оцінки впливу середовища на серцево-судинну систему людини / Мердх І. І., Лабій Ю. М., Крупчук Т. Ю. – № у 2012 07125; заявл. 12.06.2012 ; опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24.
41. Рудько Г. І. Вступ до медичної геології : у 2-х т. Т.1 / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко, Н. І. Смоляр. – К. : Академпрес, 2010. – 736 с.
42. Савчук Л. Я. Управління соціальною складовою екологічної безпеки у Калуському техногенно-навантаженому регіоні: дис. канд. техн. наук : 21.06.01 – екологічна безпека / Савчук Л. Я. – Івано-Франківськ, 2013. – 187 с.
43. Франчук Г. М. Урбоекологія і техноекологія / Г. М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова. – К. : Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2011. – 496 с.
44. . Шевчук В. Г. Фізіологія / В. Г. Шевчук, В. М. Мороз, С. М. Белан. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 448 с.
45. Закон України від 19. 06. 2003 року № 964-IV «Про основи національної безпеки України» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України, № 39,

ст. 351. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/964-15>.

46. Закон України від 21. 12. 2010 року № 2818-VI «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України № 26, ст. 218. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/281817>

47. Зеркалов Д. В. Соціальні проблеми сталого розвитку. Електронний ресурс : Монографія / Д. В. Зеркалов, О. Ю. Арламов. – К. : Основа, 2013. – 565 с.

48. Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] // Схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17. 10. 2007 року № 880-р. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/880-2007-p>.

49. Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля [Електронний ресурс]. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1040 від 29. 11. 2013 року «Про затвердження методики розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17. 12. 2013 року за № 2130/24662.

50. Савчук Л. Я. Екологічні дослідження рівня захворюваності населення Калуського промислового регіону [Електронний ресурс] / Л. Я. Савчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvif_2012_1_24.

51. Селюк М. М. Вплив електромагнітних полів надвисокого діапазону на серцево-судинну систему [Електронний ресурс] / М. М. Селюк, В. С. Потаскалова // Журнал «Артериальная гипертензия» 5 (7). – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mif-ua.com/archive/article/10683>.

52. Сподобаев Ю. М. Электромагнитная паутина города [Електронний ресурс] / Ю. М. Сподобаев. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://nilem.ru/index.php?page=elektromagnitnaya-pautina-goroda>.

53. Безверхая А. П. Гигиеническая оценка влияния электромагнитного излучения на организм человека и животных / А. П. Безверхая. // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – 2009. – № 53. – С. 228–231.

54. Буравльов Є. П. Основи сучасної екологічної безпеки / Є. П. Буравльов. – К. : ВАТ «Інститут транспорту нафти», 2009. – 238 с.
55. Бурлака Н. И. Электромагнитное поле, его виды, характеристики, классификация и влияние на здоровье населения / Н. И. Бурлака, С. С. Гоженко. // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2010. – № 4. – С. 24–32.
56. Гетьман А. П., Шульга В. М. Екологічне право України. Підручник / А. П. Гетьман, В. М. Шульга. – Харків : Право, 2009. – 328 с.
57. Гоженко А. Электромагнітне випромінювання на транспорті і його вплив на здоров'я людини / А. Гоженко, В. Астаф'єв, В. Білокриницький // Вісник НАН України. – 2007. – № 12. – С. 25–39.
58. Зеркалов Д. В. Екологічна безпека : управління, моніторинг, контроль / Д. В. Зеркалов. – К. : КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с.
59. Капітанюк О. В. Аналіз впливу електромагнітного випромінювання від станцій мобільного зв'язку на навколишнє середовище / О. В. Капітанюк // Збірник «Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва». – Науково-виробничий збірник : Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського. – 2009. – С. 94–102.
60. Кольчугин Ю. И. Проблемы и перспективы обеспечения охраны труда по электромагнитному фактору. / Ю. И. Кольчугин // Вестник СОНИИР. – 2004. – № 2 (6). – С. 4–8.
61. Коржов А. В. Определение опасных зон в распределительных устройствах 10 (6) кВ по условиям воздействия магнитной составляющей электромагнитного поля на персонал, обслуживающий подстанции 100/10 (6) кВ / А. В. Коржов, О. М. Малышева // Вестник ЮУрГУ. – Серия «Энергетика». – Выпуск № 15. – 2011. – С. 25–31.

